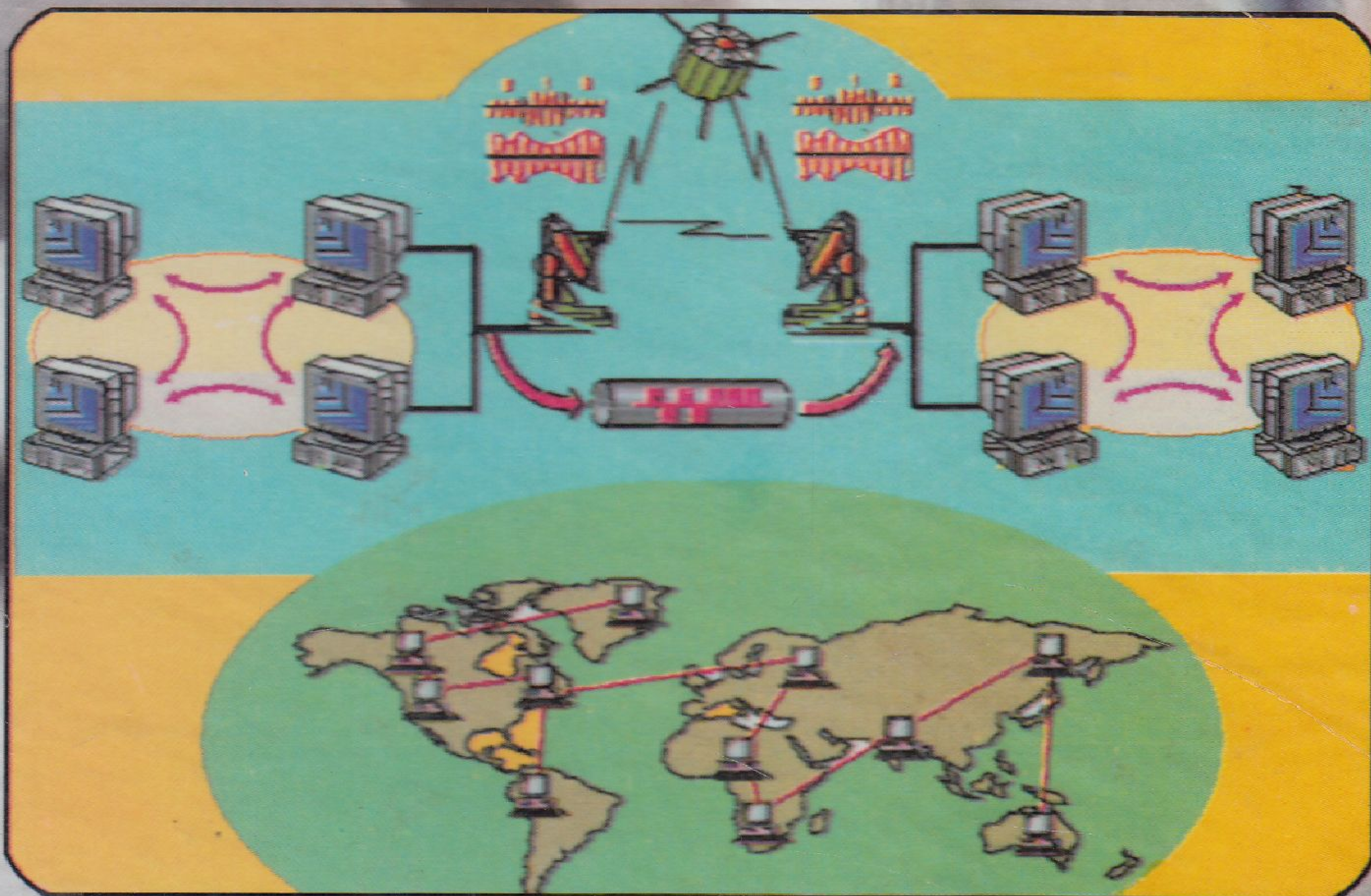
أساسيات
الأتصالات والشبكات

FUNDAMENTALS OF DATA COMMUNICATION AND NETWORKING



دكتور مهندس

سعيد حسن أبراهيم

أستاذ هندسة الألكترونيات والأتصالات (المشارك

كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع

جامعة الملك فيصل بالأحساء

مهندسة

فاطمة سامية خليفي

مدرس هندسة الحاسبات

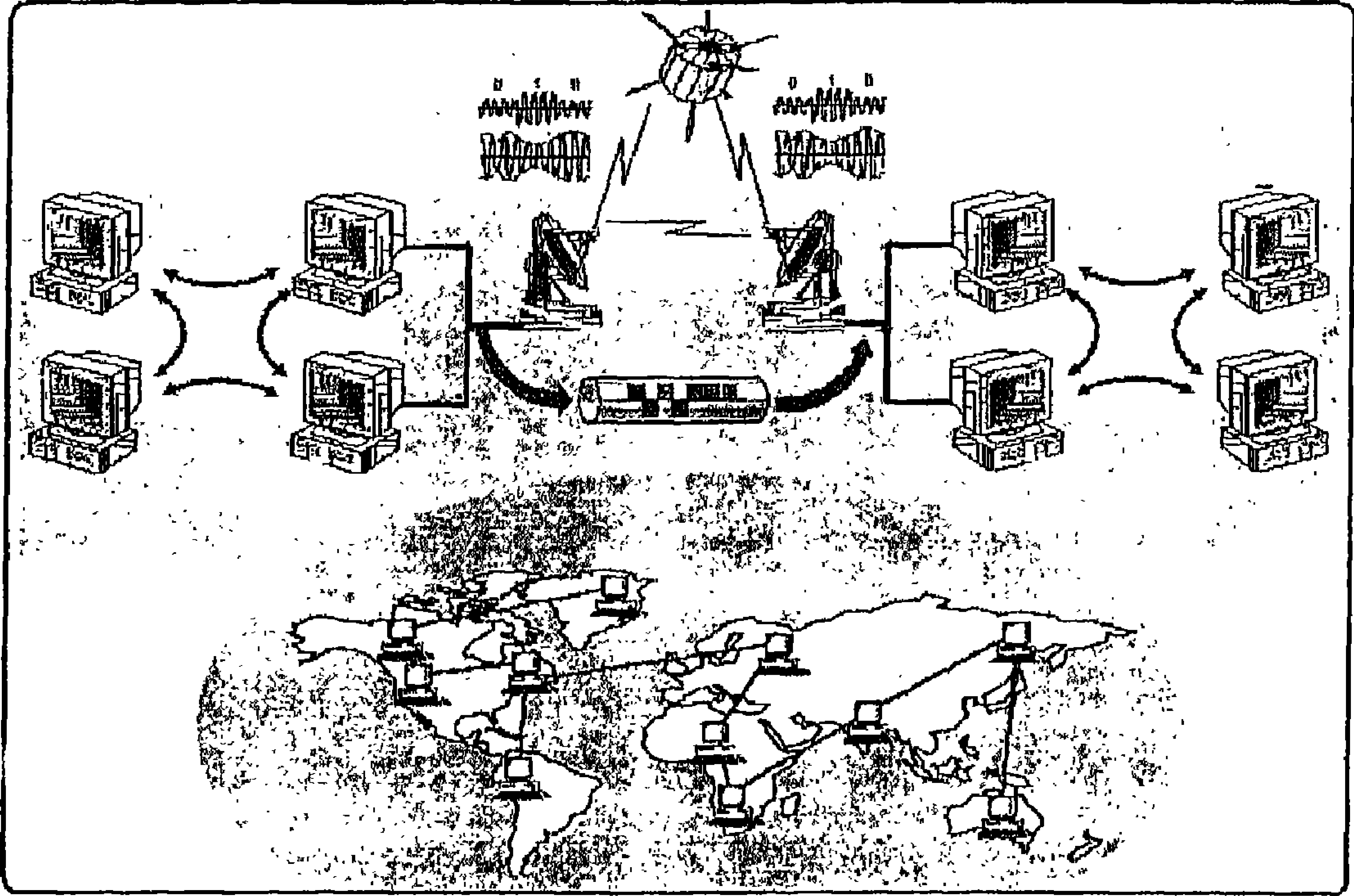
كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع

جامعة الملك فيصل بالأحساء

الطبعة الثانية

٢٠٠٧

أساسيات
الاتصالات والشبكات



FUNDAMENTALS OF DATA COMMUNICATION AND NETWORKING

دكتور مهندس / سعيد حسن إبراهيم
أستاذ هندسة الالكترونيات والاتصالات (المشارك)

مهندسة / فاطمة سامية خليفي
مدرس هندسة الحاسبات

كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع / جامعة الملك فيصل بالأحساء

الطبعة الثانية
أغسطس ٢٠٠٦

أساسيات
الاتصالات والشبكات

FUNDAMENTALS OF DATA COMMUNICATION AND NETWORKING

دكتور مهندس / سعيد حسن إبراهيم
أستاذ هندسة الالكترونيات والاتصالات (المشارك)
كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع / جامعة الملك فيصل بالاحساء

مهندسة / فاطمة سامية خليفي
مدرس هندسة الحاسبات
كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع / جامعة الملك فيصل بالاحساء

بسم الله الرحمن الرحيم

ربنا لا تؤاخذنا ان نسينا أو أخطأنا

صدق الله العظيم.

إهـــــداء

إلى روح والدي ووالدتي يرحمهما الله

إلى زوجتي وابنتاي حفظهم الله

- اسم الكتاب : أساسيات الاتصالات والشبكات
- اسم المؤلف : د/ سعيد ابراهيم
- الناشـــــر : مكتبة دار المعرفة للنشر والتوزيع
- رقم الإيداع بدار الكتب :14589 / 2006
- الترقيم الدولي :5 –22-5423-977

مكتبة دار المعرفة للنشر والتوزيع

8 شارع يوسف الزينى أمام هندسة عين شمس ت:4850310

4 شارع السرايات أمام هندسة عين شمس ت:6844043

E-mail:dar_elmaarefa@yahoo.com

مقدمة النـاشر

الحمد لله رب العالمين والصلاه والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم وبعد.....

ان أول ما انزل من القرآن على رسولنا الحبيب قوله سبحانه وتعالى :

﴿ ٱقْرَأْ بِٱسْمِ رَبِّكَ ٱلَّذِى خَلَقَ ﴿١﴾ خَلَقَ ٱلْإِنسَٰنَ مِنْ عَلَقٍ ﴿٢﴾ ٱقْرَأْ وَرَبُّكَ ٱلْأَكْرَمُ ﴿٣﴾ ٱلَّذِى عَلَّمَ بِٱلْقَلَمِ ﴿٤﴾ عَلَّمَ ٱلْإِنسَٰنَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ﴿٥﴾

كانت هذه الآيات العظيمة أول ما أنزل من الوحى على رسولنا الكريم صلى الله عليه وسلم دعوه من الله سبحانه للقراءة والعلم وعندما فهم المسلمون الأوائل هذا الدين الكريم وعملوا بأوامره حملو مشاعل العلم الى العالم بأسره وأخرجوا العالم من ظلمات الجهل والكفر الى نور العلم والأيمان وعندما ابتعدنا عن ديننا القويم انتقلت رايات العلم من أيدينا الى أيادى أخرى فتقدمت بلادهم بالعلم وتأخرت بلادنا

وايمانا بهذا النهج القويم الذى دعا اليه ديننا العظيم من الحث على القراءة والتعلم تسعى مكتبة دار المعرفة لنشر كل ما هو جديد وحديث فى مجالات المعرفة خاصة تكنولوجيا الحاسب والعلوم الهندسية معتمده فى ذلك على ذوى الخبرة والكفاءة لتقدم للقارئ العربى فى كل مكان بأسلوب مبسط وميسر يعتمد على التسلسل المنطقى فى العرض ليخدم بذلك القارئ المبتدئ والمحترف مزودا بالأمثلة التوضيحية والتطبيقات العملية لايضاح الفكرة وترسيخ المعلومة لدى القارئ ولقد ألحقنا قرص مرن لبعض الكتب تيسيرا للقارئ لدى تعامله مع الحاسب الألى.

كما تقوم مكتبة دار المعرفة باستراد أحدث الكتب والمراجع العلمية لمواكبة كل ما هو جديد فى مجالات العلوم لتوفيره للباحثين والطلاب بأسعار معتدلة وزودت المكتبة بقاعة للاطلاع عسى أن يلقى هذا العمل القبول لدى الله سبحانه وتعالى ويجعله من العلم النافع الذى ينتفع به.

ويسر المكتبة تلقى مقترحاتكم وتعليقاتكم لتكون موضع الدراسة والاهتمام

النـاشر

مقدمة الكتاب

أخي القارئ هذا هو الإصدار الثاني من الكتاب الأول في سلسلة الكتب العربية لشرح وتبسيط أساسيات ومبادئ العلوم التقنية في مجال هندسة الالكترونيات والاتصالات وهندسة الحاسبات والشبكات وهو بعنوان أساسيات الاتصالات والشبكات والذي يتضمن شرح مفصل لأساسيات ومبادئ عملية الاتصالات ونقل البيانات بالإضافة إلى شرح أساسيات ومبادئ وتقنيات وبروتوكولات الشبكات

وقد حرصت في هذا الكتاب على الوصول إلى العمق المطلوب في المنهج العلمي مع الاحتفاظ بمسميات المصطلحات العلمية باللغة الانجليزية وإدراج الأشكال باللغة الانجليزية والعربية من مصادرها الأصلية مع إجراء التعديلات اللازمة عليها بما يحقق النفع الكامل بإذن الله

والكتاب يحتوي على اثني عشر فصلا في جزأين. الجزء الأول بعنوان أساسيات الاتصالات والذي يتضمن أربعة فصول والجزء الثاني بعنوان أساسيات الشبكات والذي يتضمن ثمانية فصول

الفصل الأول يقدم مقدمة في الاتصالات ويشتمل على تعريف العناصر الرئيسية لعملية الاتصالات وأنماط اتجاهات الإرسال بالإضافة إلى شرح لأنواع الإشارات المتصلة و الرقمية و عوامل الإشارة ومفهوم النطاق الزمني والترددي والطيف والمدى الترددي للإشارات والمدى الترددي لقنوات الإرسال وأنواع القنوات تبعا للضوضاء وأنواع مرشحات الإشارة ومتلفات الإرسال

الفصل الثاني يقدم تقنيات تشفير الإشارات الرقمية والمتصلة ويشتمل على خصائص الإشارات وخصائص التشفير وذلك بالإضافة إلى تقنيات التشفير المختلفة والتي تشتمل على التحويل من بيانات رقمية إلى إشارات رقمية (التشفير الخطي أحادي القطبية والتشفير الخطي القطبي NRZ, RZ, Manchester and Differential

Manchester والتشفير ثنائي القطبAMI، B8ZS and HDB3) و تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية (PCM and PAM) وتحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة (ASK, FSK, PSK, and QAM) و تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات متصلة (AM, FM, and PM) وطرز الإرسال (الإرسال المتوازي والإرسال المتوالي المتزامن والغير متزامن)

الفصل الثالث يقدم وسائط الإرسال والذي يتضمن أنواع الوسائط الموجهة السلكية: كابلات الأزواج الملتفة (كابلات الأزواج الملتفة المحجوبة والغير محجوبة - النهايات الطرفية لكابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة) و الكابلات المحورية (حيز الترددات المستخدم مع الكابلات المحورية - أصناف الكابلات المحورية - النهايات الطرفية للكابلات المحورية) والألياف الضوئية (النهايات الطرفية لكابلات الألياف البصرية - أنظمة اتصالات الألياف الضوئية - أنواع انتشار الإشارة الضوئية - مصادر فقد القدرة في الألياف الضوئية - مزايا وعيوب الألياف الضوئية) وذلك بالإضافة إلى أنواع الوسائط الغير موجهه (لاسلكية) والذي يشتمل على طيف الموجات الكهرومغناطيسية لوسائط النقل اللاسلكية و الهوائيات الموزعة والموجهة و طرق انتشار موجات الراديو و النطاق الترددي للاتصالات اللاسلكية و الاتصالات عبر الأقمار الصناعية ومدارات الأقمار الصناعية

الفصل الرابع يقدم تقنيات المزج والذي يتضمن تقنية المزج الترددي FDM (المجال الزمني والترددي للإشارات الرقمية والإشارات الرقمية المحملة على موجة حاملة - المجال الترددي للإشارة المركبة – تقنيات التجميع والتجميع الممتاز والتجميع السيد والتجميع الضخم) بالإضافة إلى تقنية المزج الزمني TDM (تقنية TDM في الإرسال والاستقبال - إطارات المزج الزمني - حسابات تقنية TDM - خط الاشتراك الرقمي DSL; ADSL, RADSL, HDSL, SDSL and VDSL;)

الفصل الخامس يقدم المفاهيم الأساسية للشبكات والذي يشتمل على مكونات نظم الاتصالات و مفاهيم الشبكة و الأنواع الرئيسية للشبكات و مكونات ومعايير وتطبيقات

وفوائد الشبكات وذلك بالإضافة إلى بروتوكولات ومقاييس الشبكات والمنظمات القياسية للشبكات

الفصل السادس يقدم أشكال وطوبوغرافيا وأصناف الشبكات والذي يشتمل على الهيكل الخطي (شكل السباق و شكل متعدد النقاط) وطوبوغرافيا الشبكة المادية (الطوبوغرافيا النسيجي Mesh - طوبوغرافيا النجمة Star - طوبوغرافيا الشجرة Tree - طوبوغرافيا الخط Bus - طوبوغرافيا الحلقة Ring - الطوبوغرافيا المختلط Star-Bus, Star-Ring, and Star-Ring-Bus) و أصناف الشبكات (الشبكات المحلية LAN - الشبكات الإقليمية MAN - الشبكات الواسعة WAN) و أنواع الشبكات تبعا لطريقة تبادل المعلومات داخل الشبكة (شبكة النظير للنظير و شبكة الخادم/الزبون و الشبكات المختلطة) و شبكات النقل اللاسلكي (مزايا وعيوب وأنواع شبكات النقل اللاسلكي) و شبكات السن الأزرق و شبكات الانترانت والاكسترانت والانترنت (وسيلة الاتصال بالانترنت - أساسيات تصميم الانترنت - خدمات الانترنت)

الفصل السابع يقدم مقدمة عن البروتوكولات والذي يشتمل على وظائف عملية الاتصال (التقسيم والتجميع والتغليف و التحكم في الربط و ترتيب الوصول و التحكم في التدفق و التحكم في الأخطاء و العنونة) و نموذج التبادل المفتوح OSI Model (عمارة الطبقات - العمليّات النظيرة لنظير- الواجهات بين الطبقات - تنظيم الطبقات) و طبقات نموذج التبادل المفتوح (الطبقة المادية و طبقة الربط وطبقة الشبكة و طبقة النقل و طبقة المحادثة و طبقة التقديم و طبقة التطبيقات) وذلك بالإضافة إلى بروتوكول TCP/IP (الطبقة المادية و طبقة الدخول على الشبكة و طبقة الانترنت و طبقة النقل و طبقة التطبيق) ووصف مبسط لبعض البروتوكولات (SMTP. FTP and TELENT)

الفصل الثامن يقدم تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء والذي يتضمن أنواع الأخطاء (الخطأ في بت واحد و الخطأ المتدفق) و مفهوم تقنيات اكتشاف الأخطاء (الإسهاب و ميكانيزم اكتشاف الأخطاء) وتقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء (اختبار

الإسهاب العمودي VRC - اختبار الإسهاب الطولي LRC - اختبار الإسهاب الدوري - CRC اختبار المجموع (Hamming Code - Checksum

الفصل التاسع يقدم مهام طبقة الربط والذي يشتمل على طرق تنظيم الإرسال على الرابط Line discipline(ENQ/ACK and Poll/Select) وطرق التحكم في تدفق البيانات Flow Control (Stop-and-Wait and Sliding Window) و طرق التحكم في الأخطاء Error Control

الفصل العاشر يقدم المحولات (الشبكات المحولية) Switching والذي يتضمن محولات الدائرة Circuit Switching (محولات التقسيم المكاني Space-Division Switches و محولات التقسيم الزمني Time-Division Switches) و محولات الحزمة Packet Switching (Datagram and Virtual Circuit Approach ; SVC , PRC;)

الفصل الحادي عشر يقدم الأجهزة المادية لربط الشبكات وربط الأجهزة داخل الشبكة الواحدة والذي يشتمل على المعيد Repeaters (الفرق بين Repeater و Amplifier - مكان وضع Repeaters) و الصرة Hub (أنواع وخصائص الصرة Hub) و Bridges (عمل Bridges - وظائف Bridges - أنواع Bridges - التحكم في السريان بواسطة Bridges) و المحولات Switches و Routers و Gateways (Transport Gateways and Application Gateways) و المزود Servers و المودم Modem وذلك بالإضافة إلى عقد مقارنات بين أجهزة الربط المختلفة

الفصل الثاني عشر والأخير الذي يقدم الشبكات المحلية Local Area Networks والذي يشتمل على Project 802 (PDU and MAC frame) و Ethernet (Traditional Ethernet, Fast Ethernet and Gigabit Ethernet) و Token Bus و Token Ring مقارنة بين أنواع LAN . وذلك بالاضافة الى الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) والذي يشتمل على نظرة عامة و نبذه تاريخية و

التردد ومعدلات سريان البيانات و هيكل 802.11 و مكونات شبكة LAN اللاسلكية و مدى شبكة LAN اللاسلكية و فوائد شبكات LAN اللاسلكية و أنواع الشبكات اللاسلكية

وفي النهاية أتقدم بخالص الشكر والتقدير والامتنان لكل من ساعدني وحفزني على إخراج هذا العمل وأخص بالذكر عميد ووكيل ومنسوبي كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع بجامعة الملك فيصل بالمملكة العربية السعودية و Prof. Dr. Behrouz A. Forouzan

والله أسأل أن يكون هذا الكتاب خالصا لوجه الكريم وأن يعم بنفعه جميع الطلبة والطالبات في جميع الأقطار العربية. فان كان هناك نقص أو تقصير فمن نفسي والشيطان وان كان هناك توفيق وسداد فمن الله وحده.

فصول الكتاب

الجزء الأول
أساسيات الاتصالات
PART : A
FUDAMENTALS OF DATA COMMUNICATION

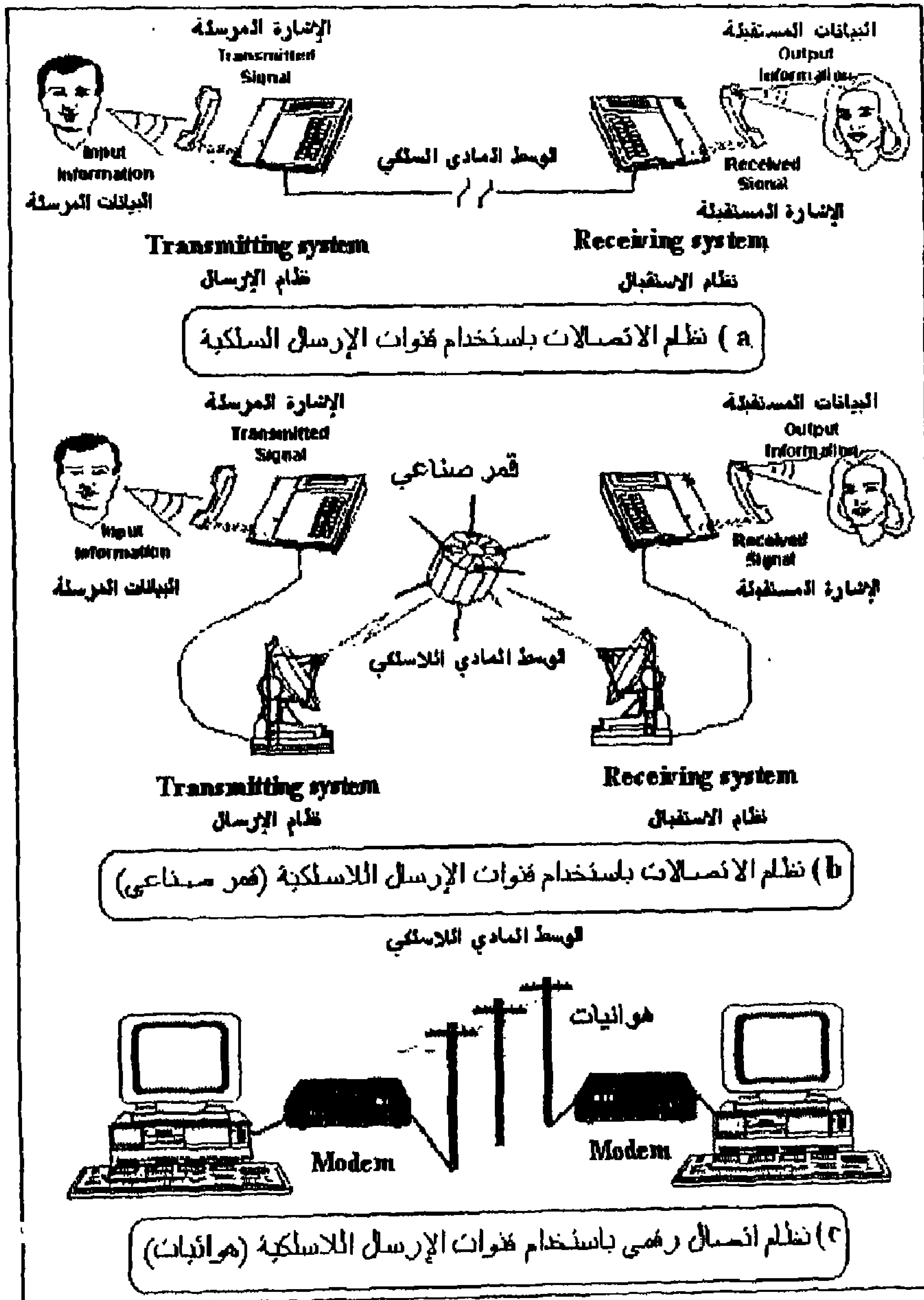
الفصل الأول
مقدمة في الاتصالات
INTRODUCTION TO DATA COMMUNICATION

1.1) مقدمـــة

تعــرف عمليــة الاتصـــالات (Data Communication) بأنهـــا عمليــة نقــل البيانات/المعلومـات (data/information) خـلال وسـائط الإرسـال (transmission media) المختلفة مثل:

1) الوسـائط السلكية (wire media) : تستخدم في نقل البيانات/المعلومـات تكن خـلال الأسلاك الملتفة twisted pair cables و الكابلات المحورية coaxial cables و الألياف الضوئية optical fibers

2) الوسائط اللاسلكية (wireless media) : تستخدم في نقل البيانات/المعلومات عبر الاثير باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية electromagnetic waves (مثل موجات الرادار والأشعة تحت الحمراء والموجات الميكروويية أو المتناهية في الصغر) . الشكل رقم 1 يوضح عملية الاتصالات باستخدام وسائط الإرسال السلكية و اللاسلكية

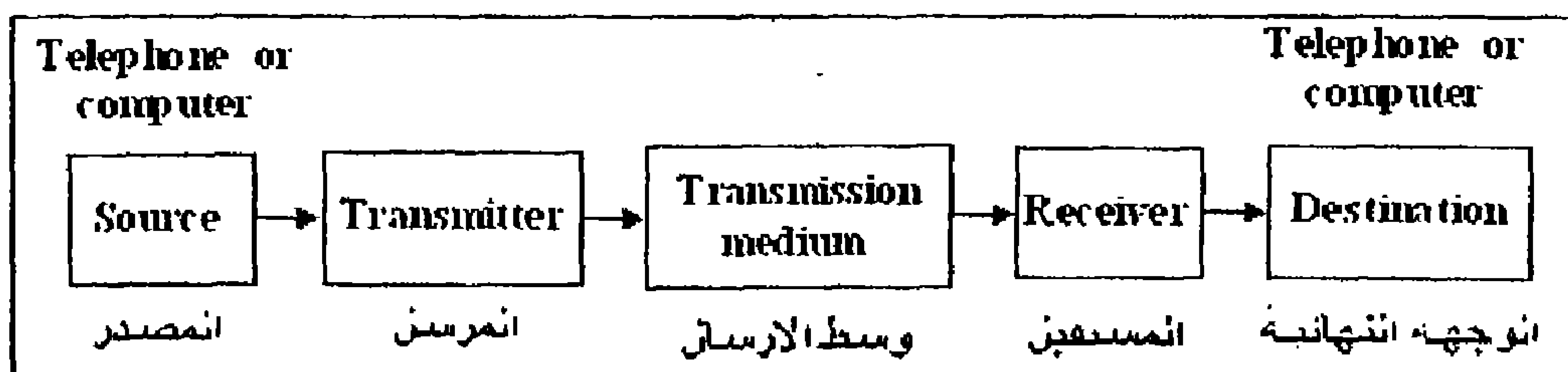


شكل 1: أنظمة الاتصالات باستخدام قنوات الإرسال السلكية واللاسلكية

1.2) العناصر الرئيسية لعملية الاتصالات

ESSENTIAL ELEMENTS OF DATA COMMUNICATIONS

الشكل رقم 2 يوضح المخطط الصندوقي العام النظم الاتصالات



شكل 2: المخطط الصندوقي العام لنظم الاتصالات

1) المصدر **Source**

هو الجهاز الذي يقوم بإنتاج البيانات/المعلومات المراد إرسالها مثل التليفونات والحاسبات الشخصية والخادمات (servers)

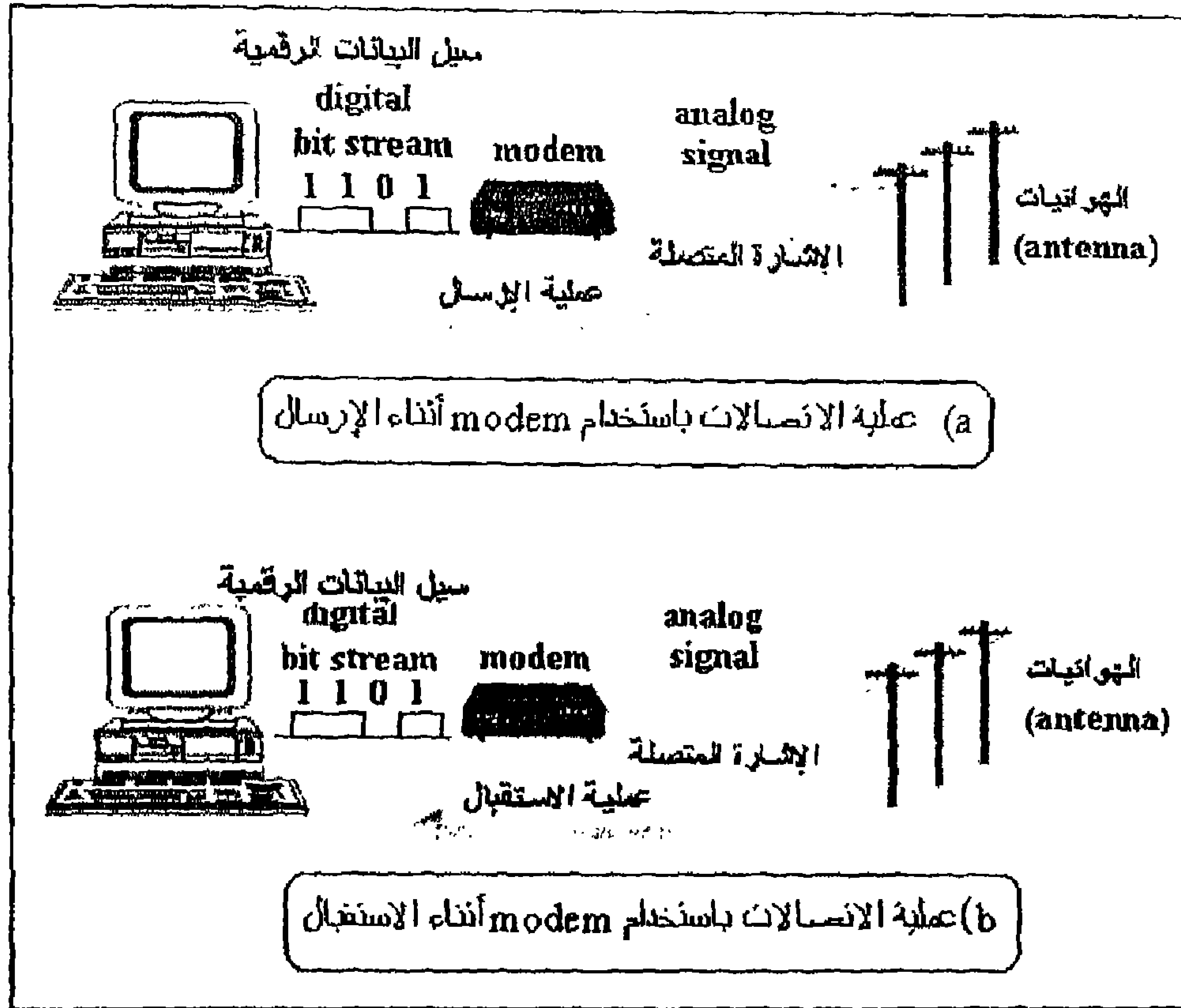
2) المرسل **Transmitter**

البيانات الرقمية (digital data) أو المتصلة (analog data) التي تم إنتاجها بواسطة المصدر (source) عادة لا يتم إرسالها مباشرة خلال قنوات الإرسال ولكن يتم تحويلها بواسطة المرسل إلى إشارات مشفرة تكون في صورة موجات كهرومغناطيسية أو إشارات كهربائية أو ضوئية يمكنها الانتقال خلال قنوات الإرسال

أنواع المرسل **Types of transmitter**

a) المودم **Modem (Modulator-demodulator)**

Modem يحول سيل البيانات الرقمية (digital bit stream) إلى إشارات متصلة (analog signal) لإرسالها خلال قنوات الإرسال كما أنه يقوم بتحويل الإشارات المستقبلة المتصلة (analog signal) ويحولها إلى سيل من البيانات الرقمية (digital bit stream). الشكل رقم 3 يوضح عملية الاتصالات باستخدام modem



شكل 3: عملية الاتصالات باستخدام modem

b) المرخم Modulator

المرخم (Modulator) يحول البيانات المتصلة (analog data) إلى إشارات متصلة (analog signal)

c) المرسل الرقمي Digital transmitter

المرسل الرقمي (Digital transmitter) يحول البيانات الرقمية (digital data) إلى إشارات رقمية (digital signal)

d) الكودك Codec

الكودك (Codec) يحول البيانات المتصلة (analog data) إلى إشارات رقمية (digital signal)

3) وسط الإرسال Transmission Medium

وسط الإرسال (Transmission medium) هو الوسط المادي الذي يقوم بنقل الإشارات من المرسل (Transmitter) إلى المستقبل (Receiver)

4) المستقبل Receiver

المستقبل يقوم باستقبال الإشارات من قنوات الإرسال وتحويلها إلى أشكال ملائمة لأجهزة الوجهة النهائية (destination)

5) الوجهة النهائية Destination

الوجهة النهائية هي الأجهزة المادية التي تستقبل البيانات مثل الخادمات (Servers) و الحاسبات الشخصية (PCs) والوحدات الطرفية (Terminals) والطابعات (Printers)

1.3) أنماط اتجاه الإرسال

TRANSMISSION DIRECTION MODES

انماط اتجاهات الإرسال (Transmission direction modes) هو تحديد اتجاه سريان الإشارات بين المرسل (Transmitter) والمستقبل (Receiver) وهي ثلاثة أنواع (simplex, half-duplex and full-duplex)

a) Simplex transmission mode

في هذا النمط يكون إرسال الإشارات في اتجاه واحد فقط بحيث يكون أحد الأجهزة هو المرسل والأخر هو المستقبل. الاتصال بين جهاز الحاسب (processor) والشاشة (monitor) أو لوحة المفاتيح (keyboard) يعتبر اتصالا من النوع simplex. الشكل رقم 4 يوضح Simplex transmission mode.

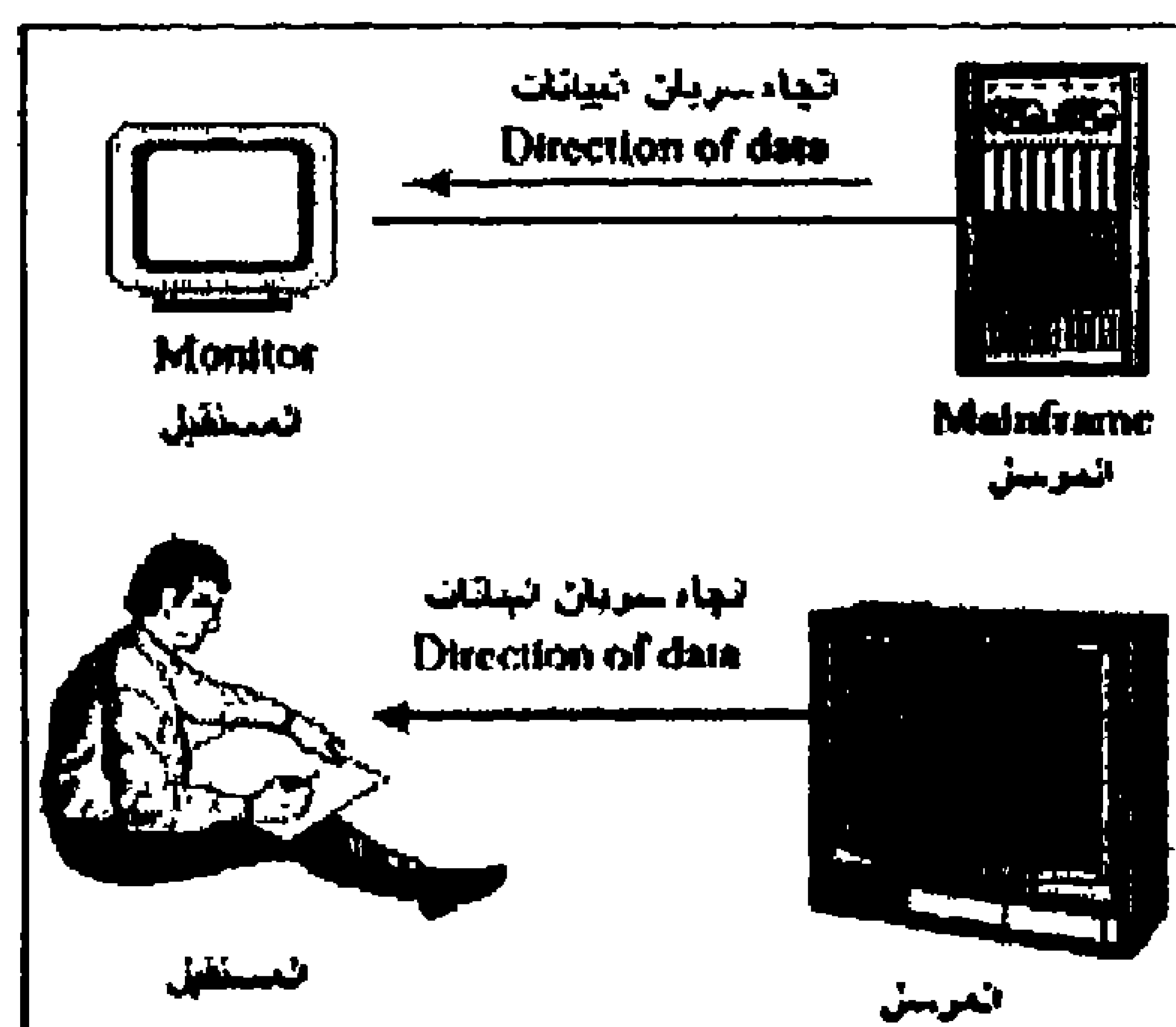
b) Half-duplex transmission mode

في هذا النمط يمكن للجهازين المتصلين بقناة الإرسال أن يرسلا الإشارات ولكن ليس في نفس الوقت. اي أن الإشارات يمكن أن تسير في الاتجاهين ولكن بشرط أن يكون اتجاه واحد فقط هو الذي يعمل والأخر لا يعمل عند كل فترة زمنية. الاتصال بين شخصين من

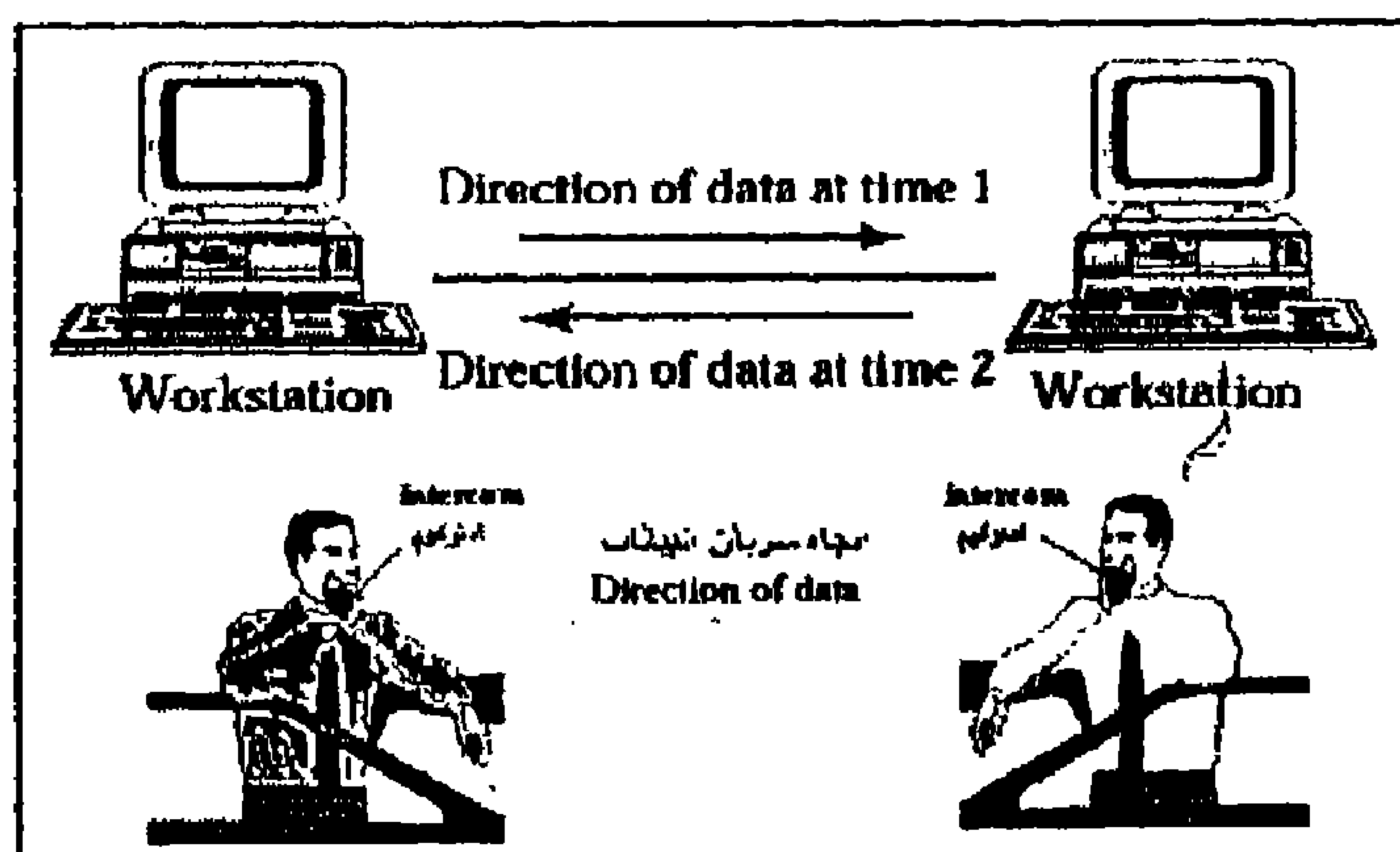
خلال intercom يعتبر اتصالا من النوع Half-duplex. الشكل رقم 5 يوضح Half-duplex transmission mode.

c) Full-duplex transmission mode

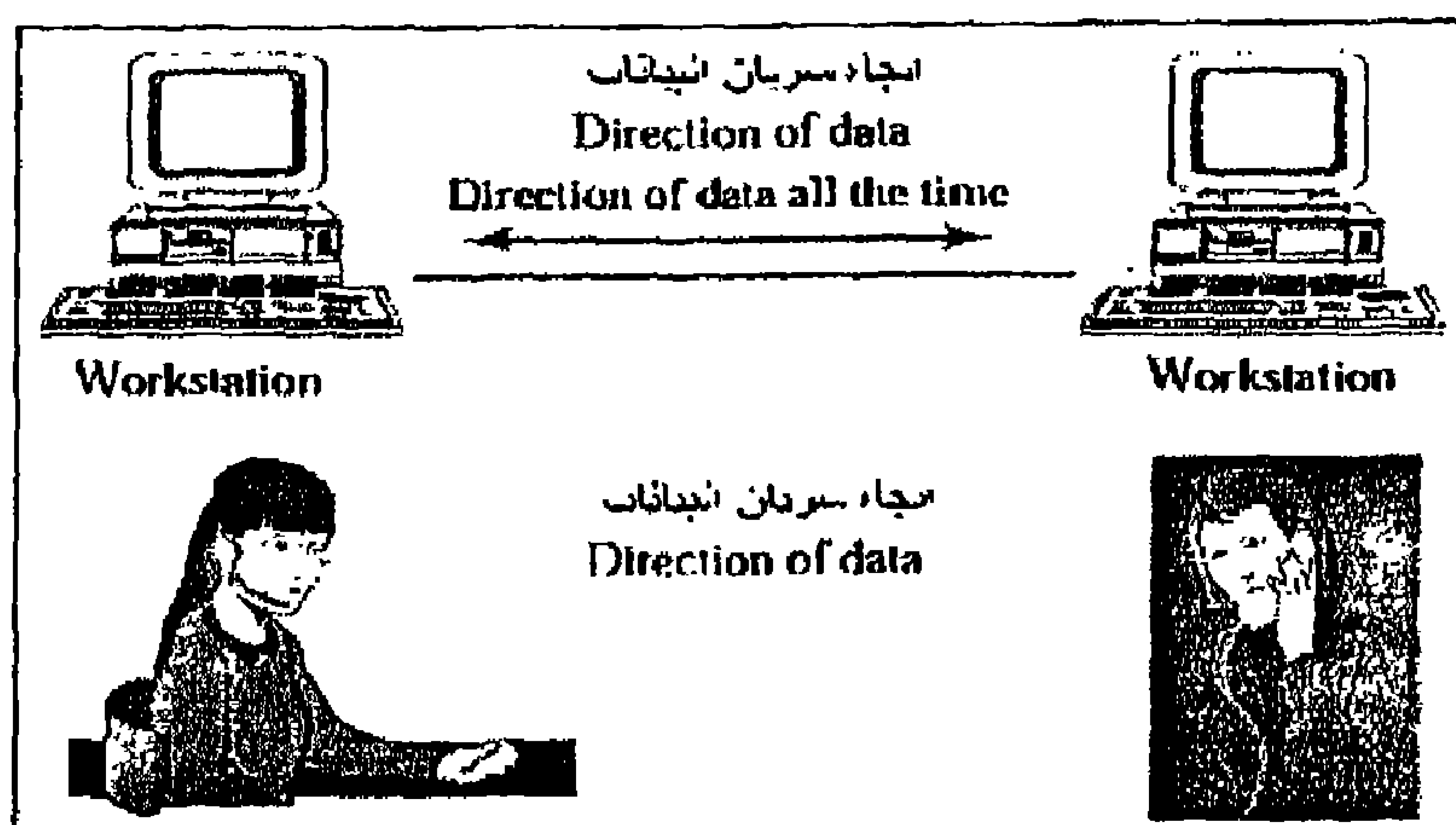
في هذا النمط يمكن للجهازين المتصلين بقناة الإرسال أن يرسلا الإشارات في نفس الوقت. أي أن قناة الإرسال تحمل الإشارات في كلا الاتجاهين وفي نفس الوقت. الاتصال بين شخصين من خلال telephone يعتبر اتصالا من النوع Full-duplex. الشكل رقم 6 يوضح Full-duplex transmission mode. الجدول رقم 1 يوضح العلاقة بين نمط الإرسال transmission mode ونوع قناة الإرسال (transmission medium) ونوع الإشارة المرسلة (signal type)



شكل 4: Simplex transmission mode



شكل 5: Half-duplex transmission



شكل 6 : full-duplex transmission mode

1.4) الإشارات المتصلة والإشارات الرقمية

ANALOG SIGNALS AND DIGITAL SIGNALS

من حيث تغير سعتها/الكم الرأسي (amplitude) تنقسم الإشارات إلى إشارات متصلة (analog signals) وإشارات رقمية (digital signals)

الإشارات المتصلة Analog Signals

الإشارات المتصلة (analog signals) هي الإشارات التي سعتها (amplitude) تحتوى على عدد لا نهائي من القيم تتغير باستمرار خلال الزمن مثل إشارات الصوت والصورة . الشكل رقم 7 يوضح شكل الإشارة المتصلة (analog signal) وتغيرها مع الزمن

الإشارات الرقمية Digital Signals

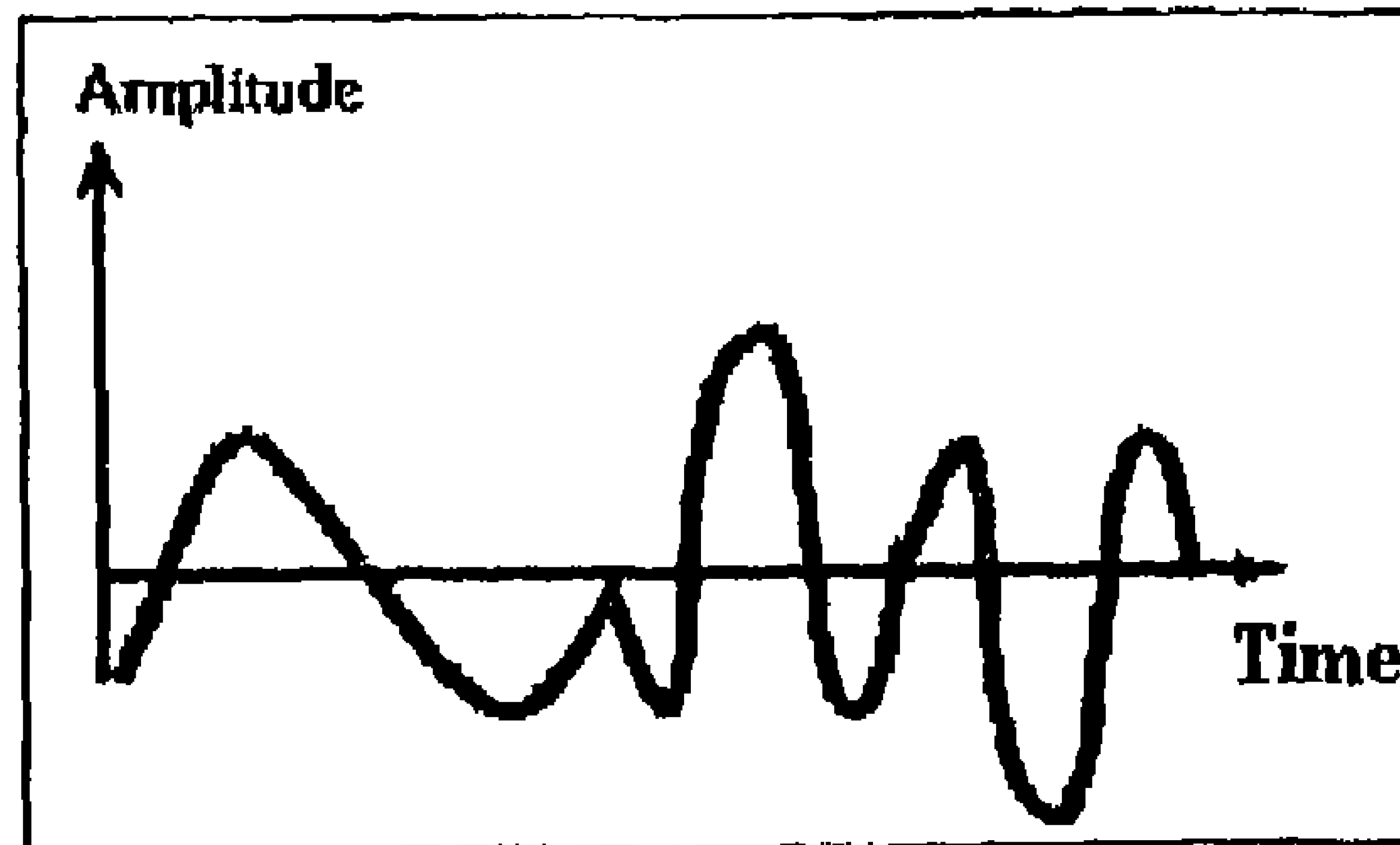
الإشارات الرقمية (digital signal) هي الإشارات التي تكون سعتها (amplitude) لها مستوى ثابت خلال فترة زمنية محددة ثم تتغير السعة إلى مستوى آخر ثابت خلال فترة زمنية أخرى وبالتالي يمكن القول بأن الإشارات الرقمية لها عدد محدود من القيم (السعات) . الشكل رقم 8 يوضح شكل الإشارة الرقمية (digital signal) وتغيرها مع الزمن.

الجدول رقم 1 يوضح العلاقة بين نمط الإرسال transmission mode ونوع قناة الإرسال (transmission medium) ونوع الإشارة المرسلة (signal type)

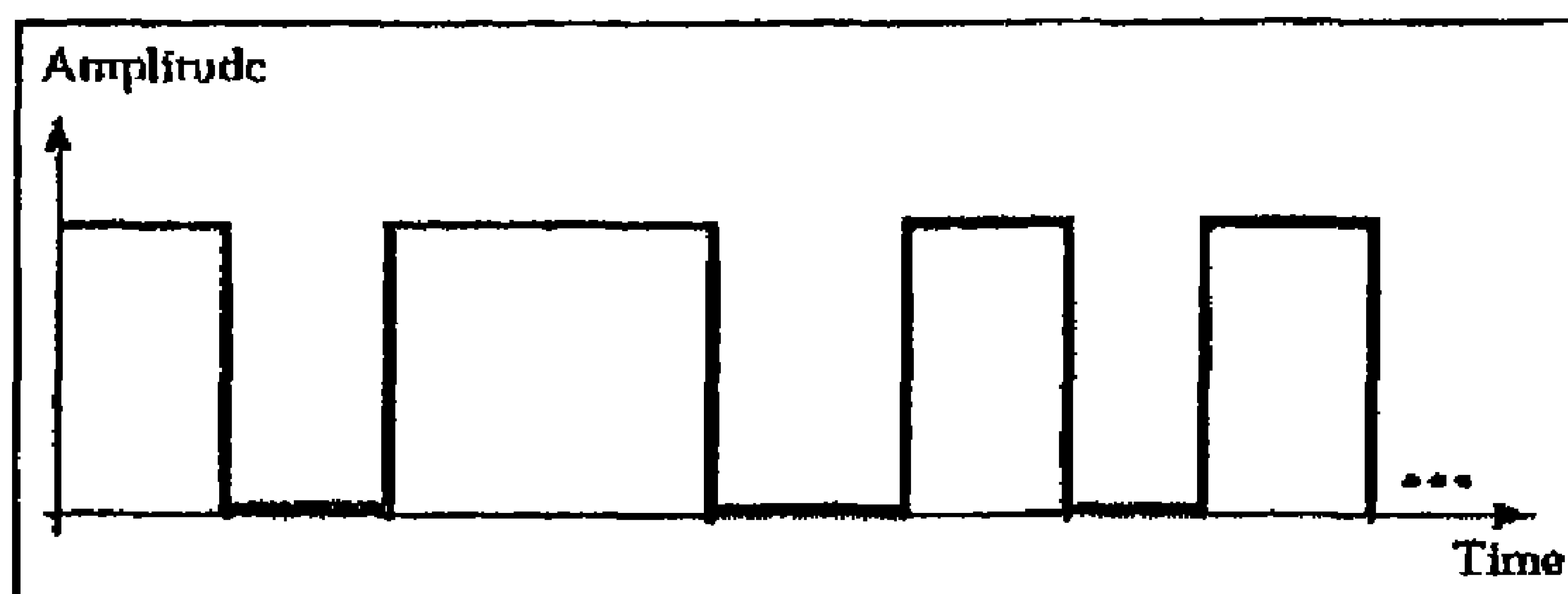
الجدول 1: العلاقة بين نمط الإرسال transmission mode

ونوع قناة الإرسال (transmission medium) ونوع الإشارة المرسلة (signal type)

نوع الإشارة Signal type	وسط الإرسال medium	Half-duplex	Full-duplex
إشارات متصلة Digital signal	قنوات الإرسال السلكية Guided media	√	√ (two lines)
	قنوات الإرسال اللاسلكية Unguided medium	X	X
إشـارات متصـلة لهـا تـردد واحـد فـي الإرسال والاستقبال Analogue signals with the same frequency in transmission and reception	قنوات الإرسال السلكية Guided media	√	√ (two lines)
	قنوات الإرسال اللاسلكية Unguided media	√	X
إشارات متصلة لها ترددات مختلفة في الإرسال والاستقبال Analogue signals with different frequencies in transmission and reception	قنوات الإرسال السلكية Guided media	√	√ (single line)
	قنوات الإرسال اللاسلكية Unguided media	√	√



شكل 7 : إشارة متصلة analog signal



شكل 8: إشارة رقمية digital signal

1.5) الإشارات الدورية والإشارات الغير دورية

PERIODIC AND NON-PERIODIC SIGNALS

الإشارات الدورية Periodic signals

الإشارات الدورية هي الإشارات التي تعيد شكلها بالكامل خلال فترات زمنية متساوية تسمى الزمن الدوري (period) ويرمز له بالحرف (T). المعادلة التالية تمثل التمثيل الرياضي للإشارة الدورية (periodic signal) في النطاق الزمني S(t)

$$S(t) = S(t+T)$$

t ...... time الزمن

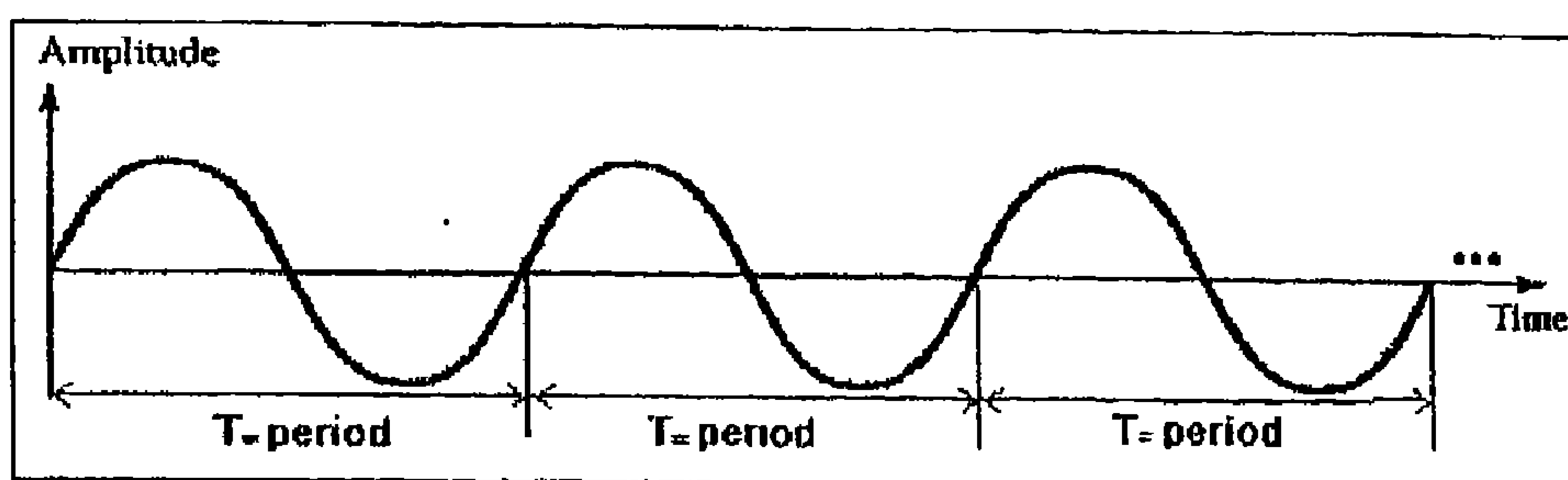
T..... Signal period الزمن الدوري للإشارة

تعريف الزمن الدوري (period)

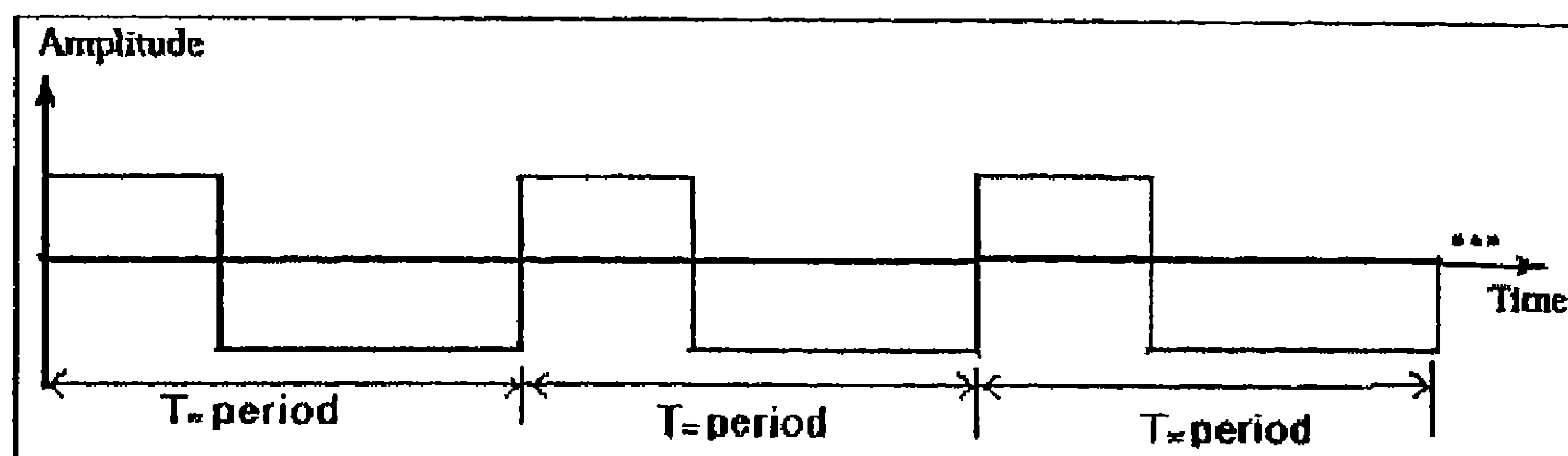
يعرف الزمن الدوري للإشارة (period=T) بأنه زمن الدورة الكاملة للإشارة أو الفترة الزمنية التي خلالها تعيد الإشارة شكلها بالكامل. يقاس الزمن الدوري بالثانية (sec) . الشكل رقم 9 يوضح شكل الإشارة المتصلة الدورية. الشكل رقم 10 يوضح شكل الإشارة الرقمية الدورية

الإشارات الغير دورية Non-periodic signals

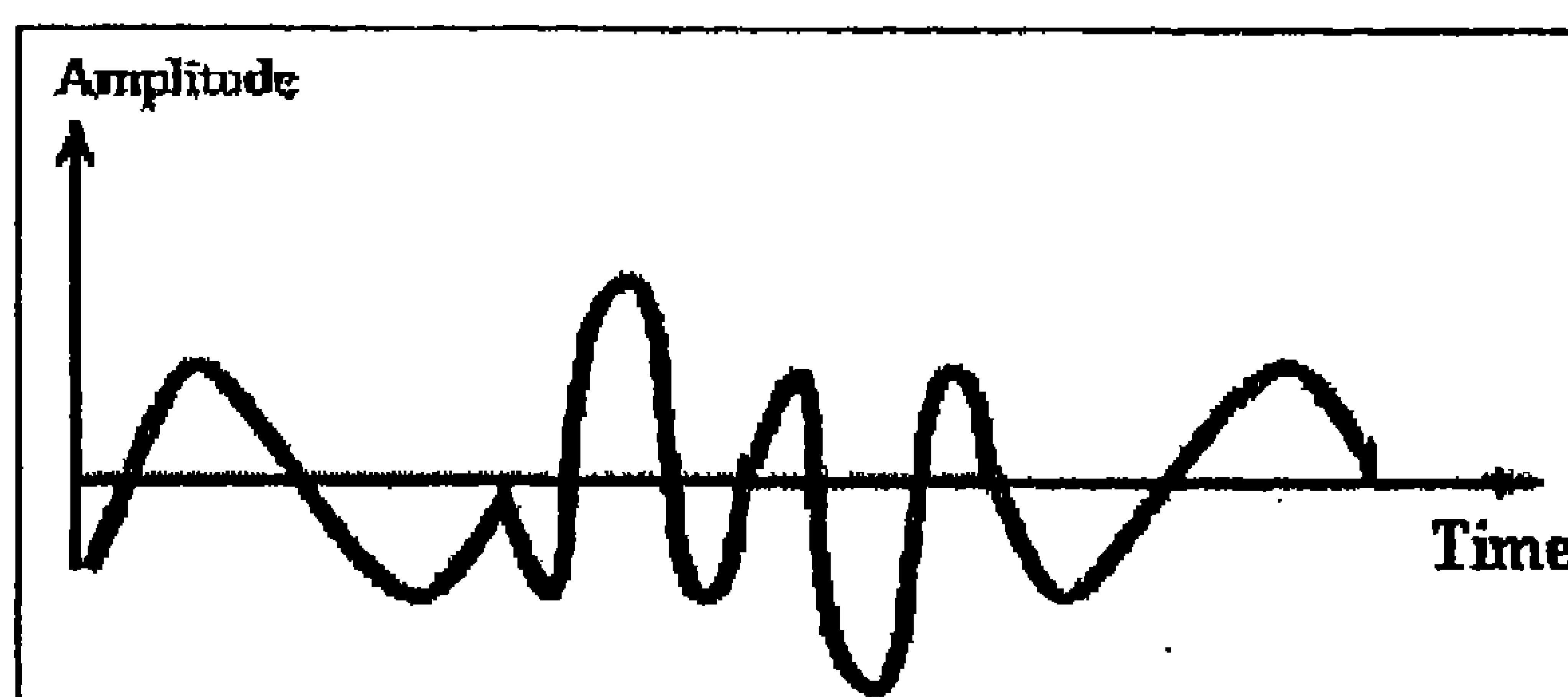
هي الإشارات التي لا تعيد شكلها خلال الفترات الزمنية. الشكل رقم 11 يوضح شكل الإشارة المتصلة الغير الدورية. الشكل رقم 12 يوضح شكل الإشارة الرقمية الغير دورية



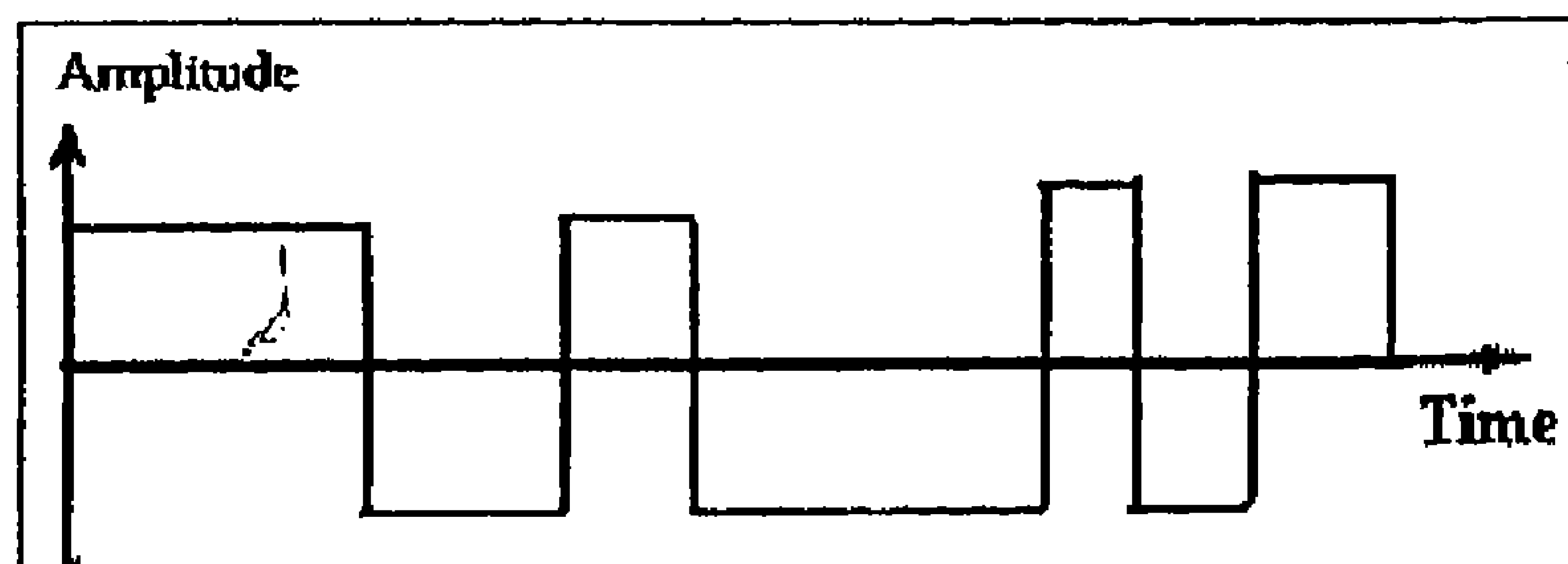
شكل 9 : الإشارة المتصلة الدورية Analog periodic signal



شكل 10 : الإشارة الرقمية الدورية Digital periodic signal



شكل 11: الإشارة المتصلة الغير دورية Analog non-periodic signal



شكل 12: الإشارة الرقمية الغير دورية Digital non-periodic signal

1.6) عوامل الإشارة SIGNAL PARAMETERS

الإشارات الجيبية (Sinusoidal signals) في النطاق الزمني S(t) يمكن تمثيلها رياضيا بواسطة المعادلة

$$S(t) = A\sin(2\Pi\, F\, t + \varphi)$$

A ..... Signal amplitude سعة الإشارة

F ...... Signal frequency تردد الإشارة

ϕ .... Signal phase طور الإشارة

t .... time الزمن

في الجزء التالي سنوضح تعريف العوامل الأساسية للإشارة وهي:

1) سعة الإشارة Amplitude (A)

2) تردد الإشارة Frequency (F)

3) طور الإشارة (ϕ) Phase

4) الطول الموجي للإشارة Wavelength(λ)

5) فترة الإشارة (δ) Duration

6) زمن انتشار الإشارة Propagation time (t_0)

1) سعة الإشارة Amplitude (A)

السعة (Amplitude) هي قيمة الإشارة عند كل لحظة زمنية. أعلى سعة (قيمة) للإشارة يرمز لها بالرمز A . تقاس سعة الإشارة بالفولت (Volt) إذا كانت الإشارة تمثل إشارة جهد كهربي وتقاس السعة بالأمبير (Ampere) إذا كانت الإشارة تمثل تيار كهربي . الشكل رقم 13 يوضح سعة الإشارات المتصلة والرقمية

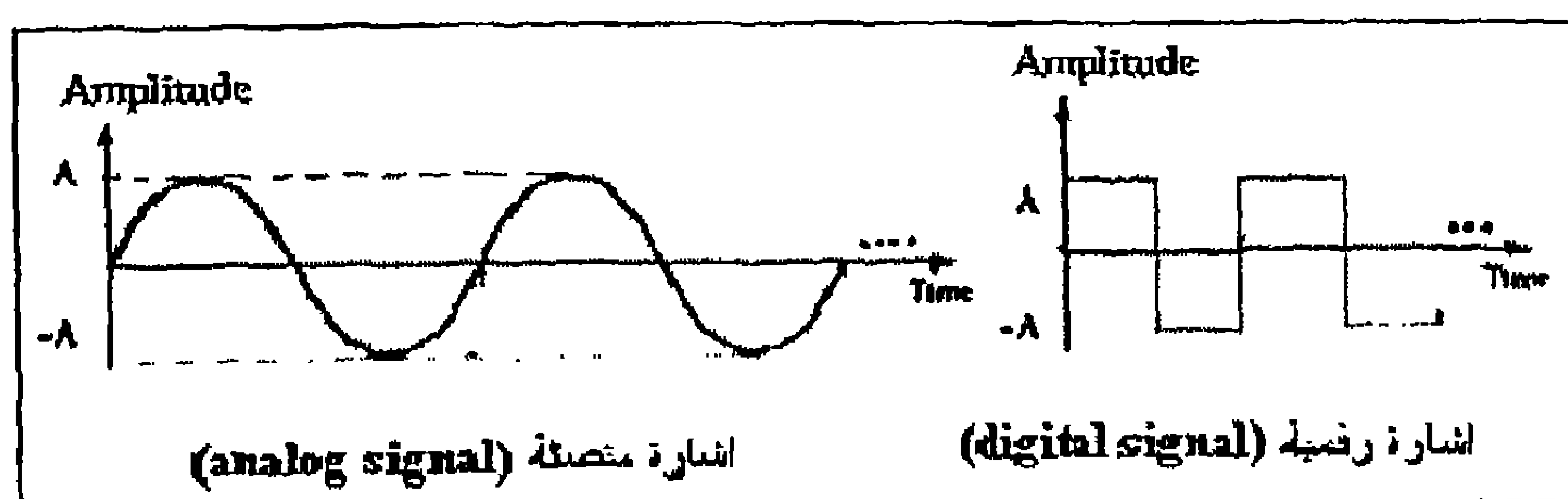
2) تردد الإشارة Frequency (F)

التردد (Frequency) هو عدد الذبذبات (الدورات) الكاملة للإشارة الدورية في الثانية الواحدة. يقاس التردد بالهرتز (Hz) حيث أن one Hz تمثل دورة واحدة في الثانية . تردد الإشارة (F) هو معكوس الزمن الدوري (T)

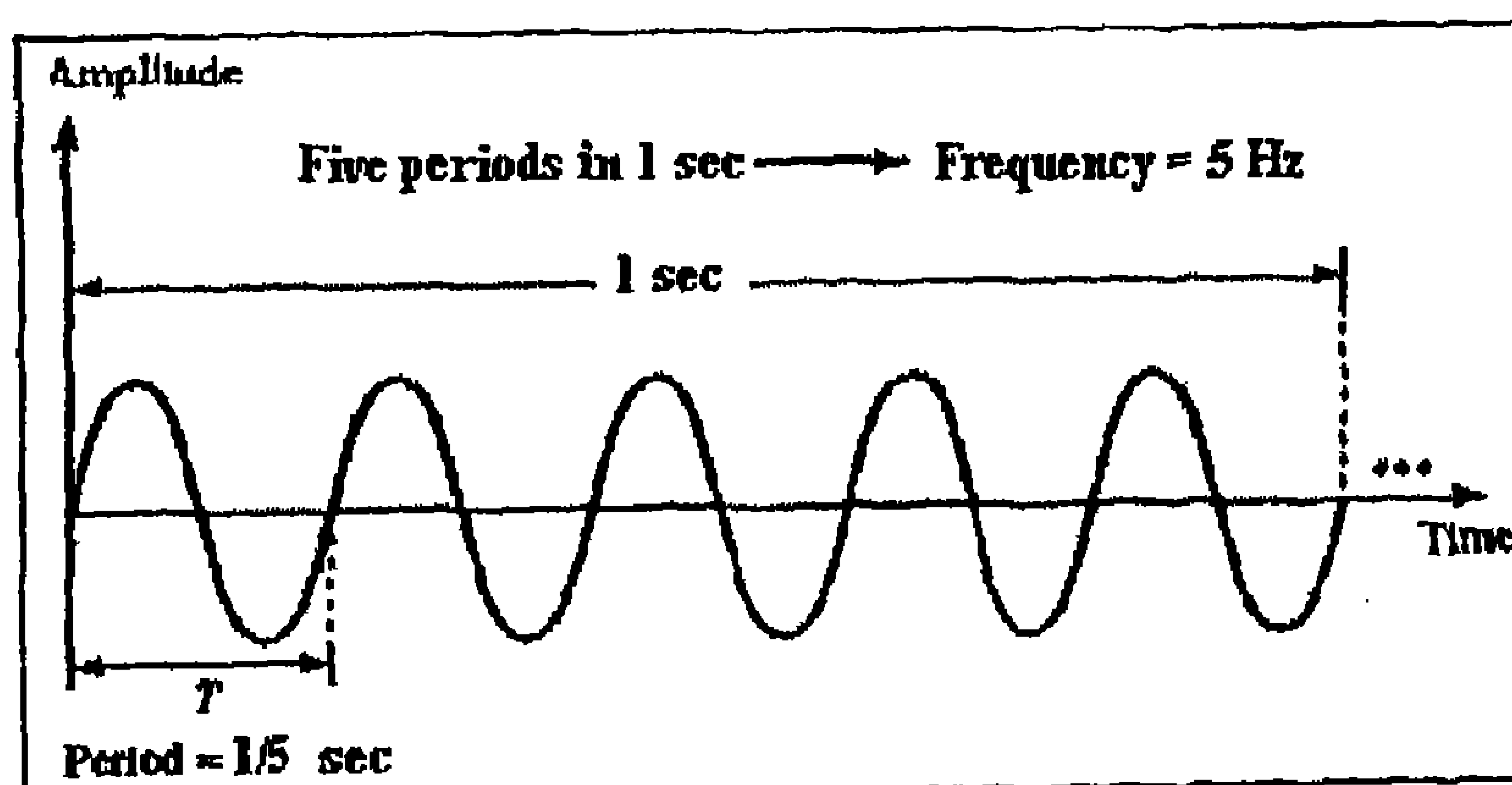
$$Frequency\,(F) = \frac{1}{Period\,(T)}$$

$$Hz = \frac{1}{\sec} = \sec^{-1}$$

الشكل رقم 14 يمثل إشارة متصلة دورية (periodic analog signal) ترددها يساوي 5 Hz حيث أنها تتكون من 5 دورات كاملة في الثانية الواحدة



شكل 13: سعات الإشارات الرقمية و المتصلة



شكل 14: إشارة متصلة دورية ترددها يساوي 5 Hz

ـن الدوري (period) للإشارة الموضحة في الشكل رقم 14 يساوي 0.2 sec.

جـدول رقـم 2 يوضـح وحـدات الزمـن الـدوري (period) ووحـدات الـتردد (frequency)

جدول2 : وحدات التردد والزمن الدوري

وحدات الزمن الدوري		وحدات التردد	
الوحدة	المكافئ	الوحدة	المكافئ
Seconds (sec)	1 sec	Hertz (Hz)	1 Hz
Milliseconds (msec)	10^{-3} sec	Kilohertz (KHz)	10^{3} Hz
Microseconds (µsec)	10^{-6} sec	Megahertz (MHz)	10^{6} Hz
Nanoseconds (nsec)	10^{-9} sec	Gigahertz (GHz)	10^{9} Hz
Picoseconds (psec)	10^{-12} sec	Terahertz (THz)	10^{12} Hz

مثال1 :

إشارة دورية لها زمن دوري (period) يساوي: msec 100. أحسب تردد الإشارة معبرا عنه Hz and KHz

الحل:

$$T = 100\, m\sec = 100 * 10^{-3} \sec = 0.1 \sec$$

$$F\,(Hz) = \frac{1}{T\,(\sec)} = \frac{1}{0.1} = 10\, Hz$$

$$F(KHz) = 10 * 10^{-3}\, KHz = 10^{-2}\, KHz$$

مثال2 :

إشارة لها تردد (Frequency) يساوي 100 KHz. احسب الزمن الدوري للإشارة معبرا عنه msec and µsec

الحل:

$$F = 100\,\text{KHz} = 100 * 10^{3}\, Hz = 10^{5}\ \text{Hz}$$

$$T\,(\sec) = \frac{1}{F\,(Hz)} = \frac{1}{10^5} = 10^{-5} \sec$$
$$T(m\sec) = 10^{-5} * 10^3 m\sec = 10^{-2}\ m\sec$$
$$T(\mu\sec) = 10^{-5} * 10^6 \mu\sec = 10\ \mu\sec$$

ملاحظة: إذا كان الزمن الدوري للإشارة صغيرا كان عدد الذبذبات (الدورات) في الثانية عالي (تردد عالي) والعكس صحيح فإذا كان الزمن الدوري للإشارة كبيرا كان عدد الذبذبات (الدورات) في الثانية صغيرا (تردد منخفض).

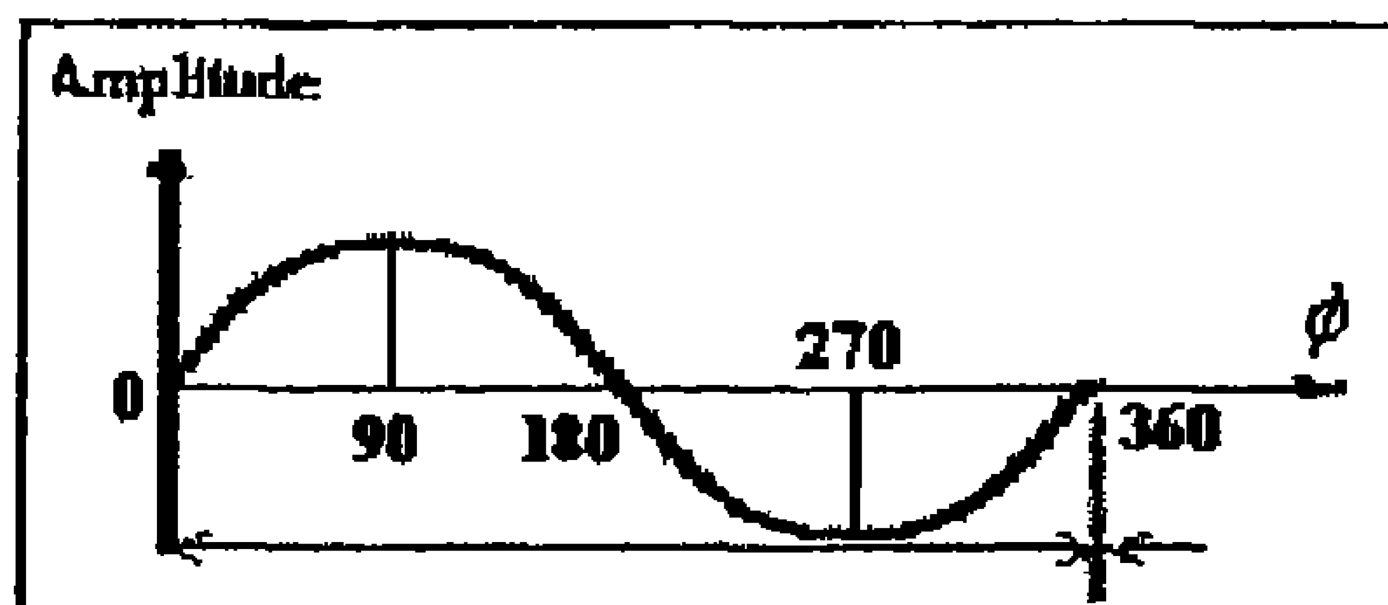
إذا كانت الإشارة لا تتكرر (الزمن الدوري يصل إلى ما لا نهاية) يكون تردد الإشارة يساوي صفر وإذا كانت الإشارة تتكرر بصورة سريعة جدا (الزمن الدوري يساوي صفر تقريبا) يكون تردد الإشارة عالي جدا يصل إلى ما لا نهاية

3) طور الإشارة (ϕ) Phase

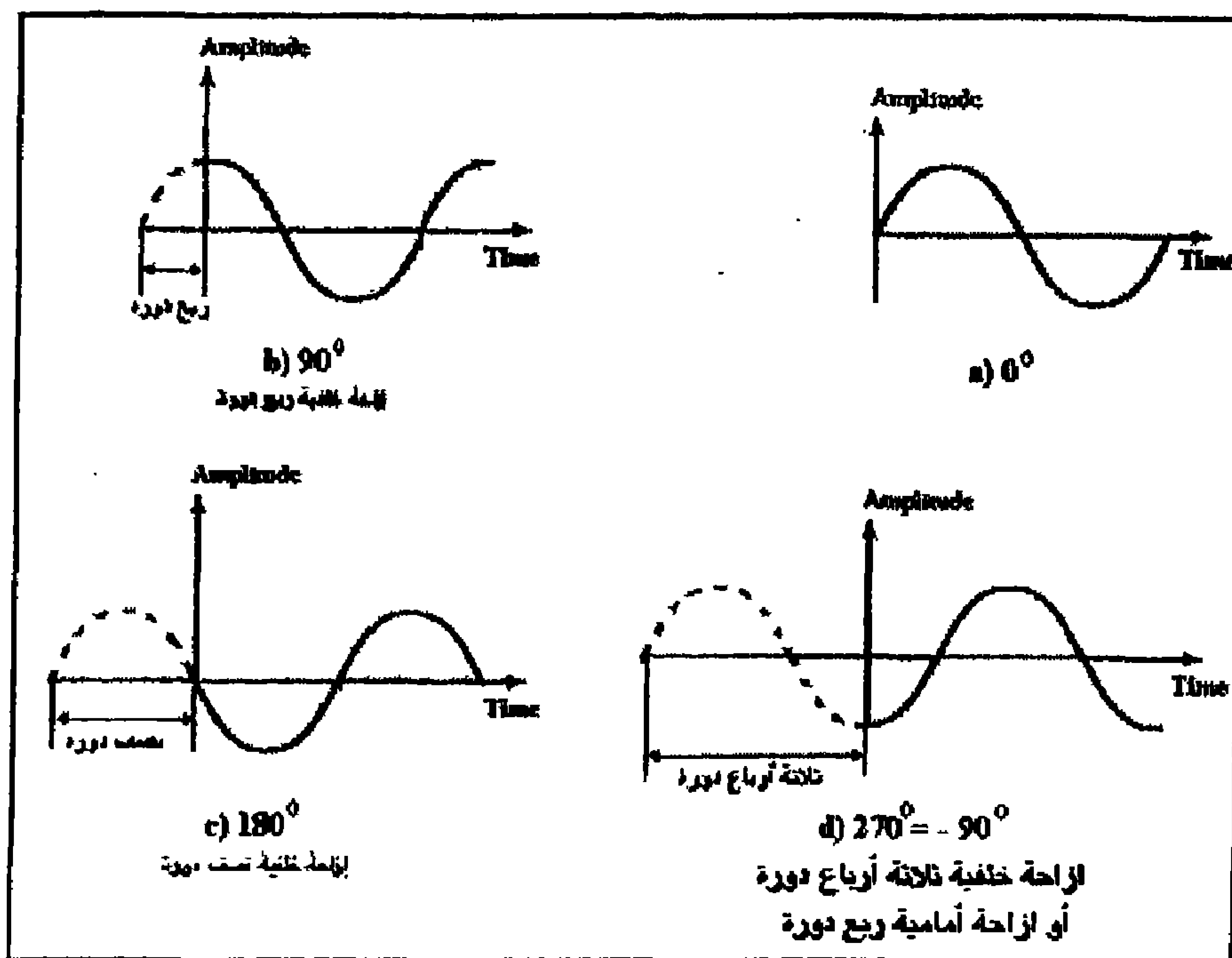
الطور يبين وضع الإشارة مقارنة بالصفر الزمني ويمكن تعريفه بأنه مقياس البداية النسبية للإشارة عند الصفر الزمني. يمكن أن يحدث للإشارات إزاحة أمامية (forward) أو إزاحة خلفيه (backward) في النطاق الزمني . الطور يحدد قيمة واتجاه هذه الإزاحة . إذا كان مقدار الطور مقدار موجب فهذا يعني أن الإشارة أزيحت للخلف وإذا كان مقدار الطور قيمة سالبة فهذا يعني أن الإشارة أزيحت للأمام. يقاس الطور بالدرجات (degree) في التقدير الستيني وبالرادين (radian) في التقدير الدائري حيث أن 360 درجة في التقدير الستيني تناظر 2π في التقدير الدائري ($\pi = 3.1414$).

الدورة الكاملة للإشارة الجيبية (sinusoidal signal) يساوى 360 درجة . الشكل رقم 15 يوضح الدورة الكاملة للأشارة الدورية المتصلة. إذا كان طور الإشارة يساوي 360 درجة فهذا يعني أن الإشارة أزيحت دورة كاملة للخلف وإذا كان الطور يساوي 180 درجة فهذا يعني أن الإشارة أزيحت نصف دورة كاملة للخلف.

يوجد إزاحة خلفية ربع دورة وبالتالي يكون طور هذه الإشارة يساوي 90 درجة. في الشكل (c) يوجد إزاحة خلفية نصف دورة وبالتالي يكون طور هذه الإشارة يساوي 180 درجة. في الشكل (d) يوجد إزاحة أمامية ربع دورة أو ازاحة خلفية ثلاثة أرباع دورة وبالتالي يكون طور هذه الإشارة يساوي (-90) أو (270) درجة.



شكل 15: الدورة الكاملة للأشارة الدورية المتصلة (موجه جيبية)



شكل 16: مقدار الطور لبعض الإشارات الجيبية

مثال3 :

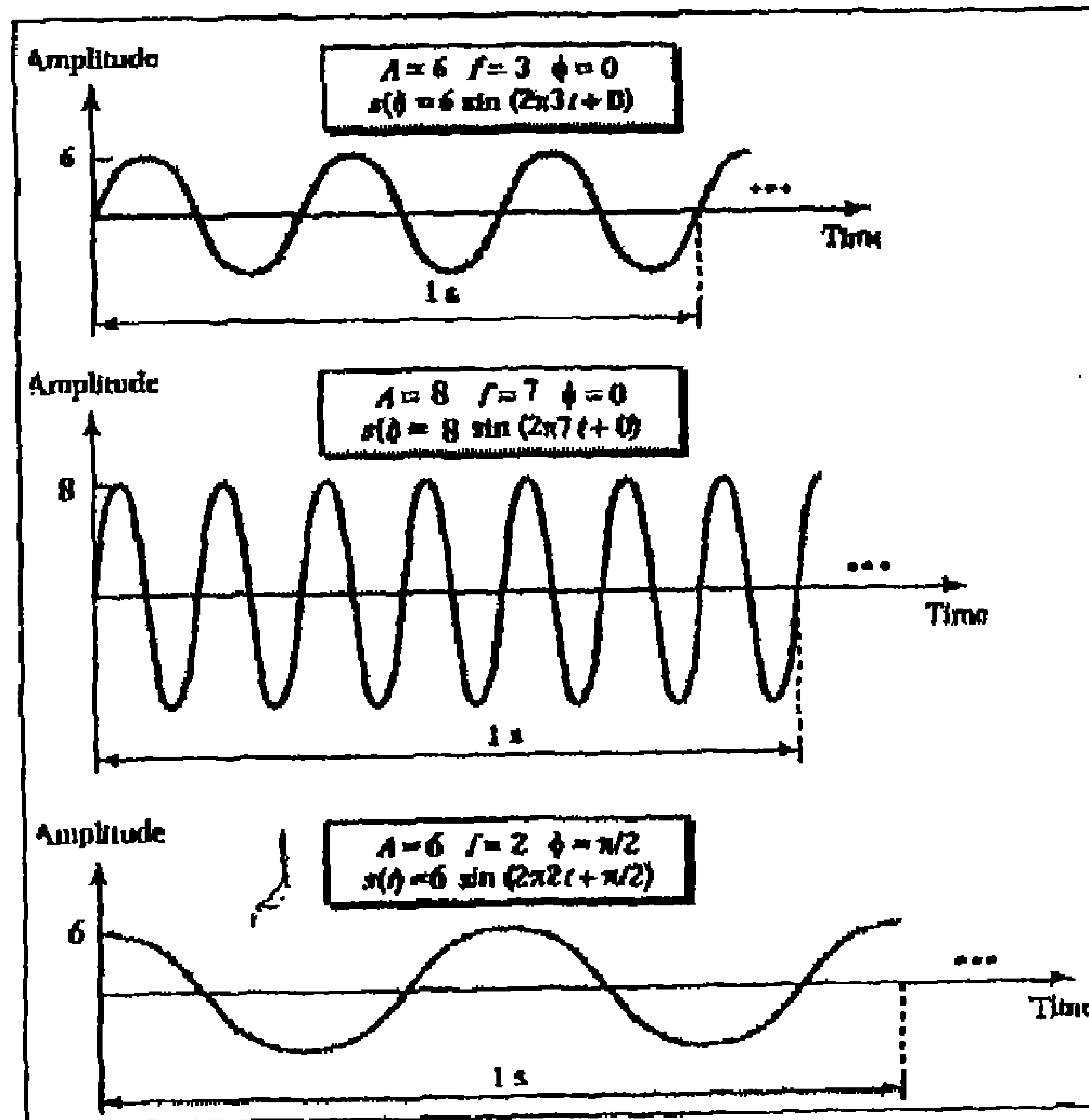
إشارة جيبيه أزيحت للخلف بمقدار سدس الدورة الكاملة. أحسب طور الإشارة{ XE "طور الإشارة" } بالتقدير الستيني والدائري.

الحل:

الدورة الكاملة = 360 درجة

$$phase = \frac{1}{6} x 360 = 60 \ \text{degree}$$
$$= 60 x \frac{2\Pi}{360} \ rad = 1.046 \ rad$$

لتحويل قيمة الطور من تقدير ستيني إلى تقدير دائري يتم ضرب قيمة الطور في $\frac{2\pi}{360}$ ولتحويل قيمة الطور من تقدير دائري إلى تقدير ستيني يتم ضرب القيمة قيمة الطور في $\frac{360}{2\pi}$ حيث أن قيمة π تساوي 3.1415. الشكل 17 يوضح قيم السعة (amplitude) والتردد (Frequency{ XE "Frequency" }) والطور (phase) والتمثيل الرياضي لبعض الإشارات الجيبية في النطاق الزمني{ XE "النطاق الزمني" }.



الشكل 17: السعة (amplitude) والتردد (Frequency{ XE "Frequency" }) والطور (phase) والتمثيل الرياضي لبعض الإشارات الجيبية.

4) الطـول الموجـي{" XE "الطـول الموجـي "} للإشـارة **Wavelength** {" XE "Wavelength"}(λ)

الطول الموجي{" XE "الطول الموجي "} (λ) للإشارة هو مسافة دورة كاملة للإشارة أو المسافة بين نقطيان لهما نفس الطور خلال دورتان متعاقبتان. يقاس الطول الموجي بالمتر (meter) . الجدول رقم 3 يوضح وحدات قياس الطول الموجي

بفرض أن الإشارة تتحرك في الفراغ بسرعة الضوء ($c = 3 \times 10^8$ m/sec)
فان الطول الموجي{" XE "الطول الموجي "} (λ) يمكن حسابه من العلاقة التالية :

$$\lambda\,(m) = c\,(m/\sec)\, x\, T(\sec)$$

$$\lambda\,(m) = \frac{c\,(m/\sec)}{F(Hz)}$$

حيث أن : c .... سرعة الضوء 3×10^8 m/sec = Speed of light

F .... تردد الإشارة{" XE "تردد الإشارة "} Frequency{" XE "Frequency of the signal"}

T .... الزمن الدوري Period

جدول 3{ XE "الطول الموجي" }: وحدات الطول الموجي للإشارات الدورية

وحدات الطول الموجي{" XE "الطول الموجي "}	
المكافئ	الوحدة
1 m	Meters (m)
10^3 m	Kilometers (Km)
10^{-3} m	Millimeter (mm)
10^{-6} m	Micrometers (μm)
10^{-9} m	Nanometers (nm)
10^{-12} m	Picometers (pm)

مثال4 :

أوجد الطول الموجي{" XE الطول الموجي "} لإشارة جيبيه ترددها يساوي 100 GHz . عبر عن الطول الموجي بالوحدات : m and mm

الحل:

$$F = 100\,GHz = 100*10^{9}\ Hz = 10^{11}\ Hz$$

$$\lambda\,(m) = \frac{c\,(m/\sec)}{F(Hz)} = \frac{3*10^{8}}{10^{11}} = 3*10^{-3}\ m$$

$$\lambda\,(mm) = 3*10^{-3}*10^{3} = 3\,mm$$

مثال5 :

إذا علمت أن الزمن الدوري لإشارة جيبيه يساوي 10 µsec فأوجد التردد (معبرا عنه بالوحدة KHz) والطول ألموجي (معبرا عنه بالوحدات m, and Km)

الحل:

$$T(\sec) = 10\ \mu\sec = 10*10^{-6}\sec = 10^{-5}\sec$$

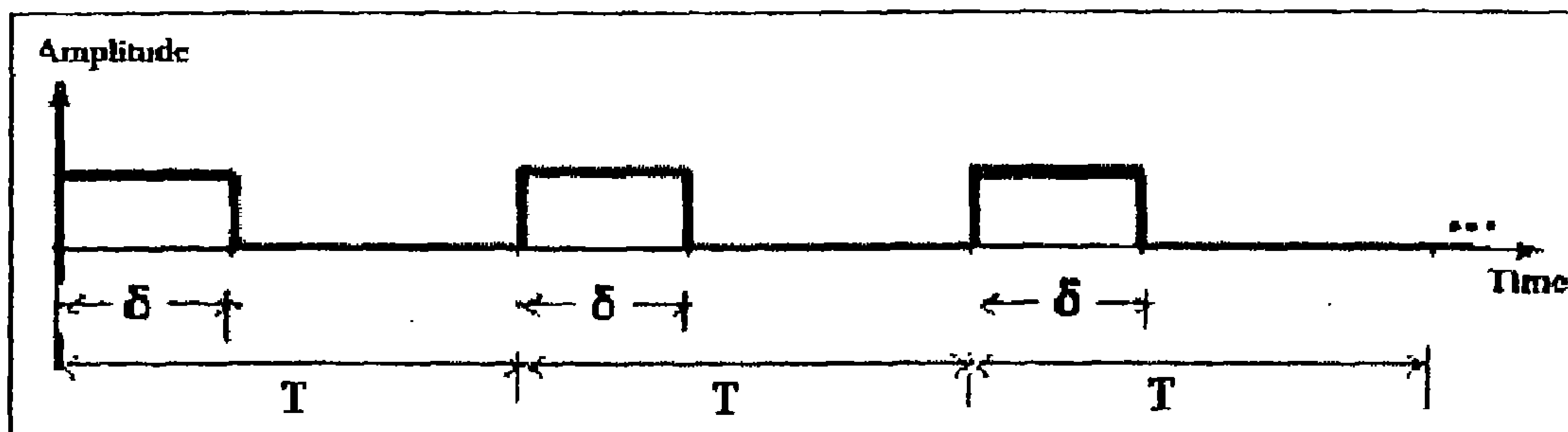
$$F(Hz) = \frac{1}{T(\sec)} = \frac{1}{10^{-5}}Hz = 10^{5}Hz = 10^{5}*10^{-3}KHz = 100KHz$$

$$\lambda\,(m) = \frac{c\,(m/\sec)}{F(Hz)} = \frac{3*10^{8}}{10^{5}} = 3*10^{3}\ m$$

$$\lambda\,(Km) = 3*10^{-3}*10^{3}\,Km = 3\,Km$$

5) فترة الإشارة{" XE فترة الإشارة "} Duration{ XE "Duration" }(δ)

فترة الإشارة{" XE فترة الإشارة "} (duration) هي الفترة الزمنية خلال دورة كاملة و التي يكون عندها سعة (amplitude) الإشارة الدورية تساوي قيمة موجبة ثابتة. الشكل 18 يوضح فترة (duration) الإشارة الدورية الرقمية. وحدات قياس فترة الإشارة (duration) هي نفس وحدات قياس الزمن الدوري (period)



شكل 18: فترة الإشارة (duration)لإشارة دورية متصلة

مثال6 :

إشارة دورية رقمية ترددها 20KHz. احسب فترة الإشارة (duration) إذا علمت أن فترة الإشارة (duration) تساوي نصف الزمن الدوري للإشارة.

الحل:

$$F(Hz) = 20 * 10^3 \text{ Hz}$$

$$T(\sec) = \frac{1}{F(Hz)} = \frac{1}{20 * 10^3} \sec = 0.5 * 10^{-4} \sec = 0.5 * 10^{-4} * 10^6 \mu\sec = 50\mu\sec$$

$$\delta(\mu\sec) = \frac{T(\mu\sec)}{2} = 25\mu\sec$$

6) زمن انتشار الإشارة Propagation time (t_0)

يعرف زمن الانتشار (propagation time) بخارج قسمة المسافة التي تقطعها الإشارة (distance traveled by the signal) على سرعة انتشار الإشارة (propagation speed).

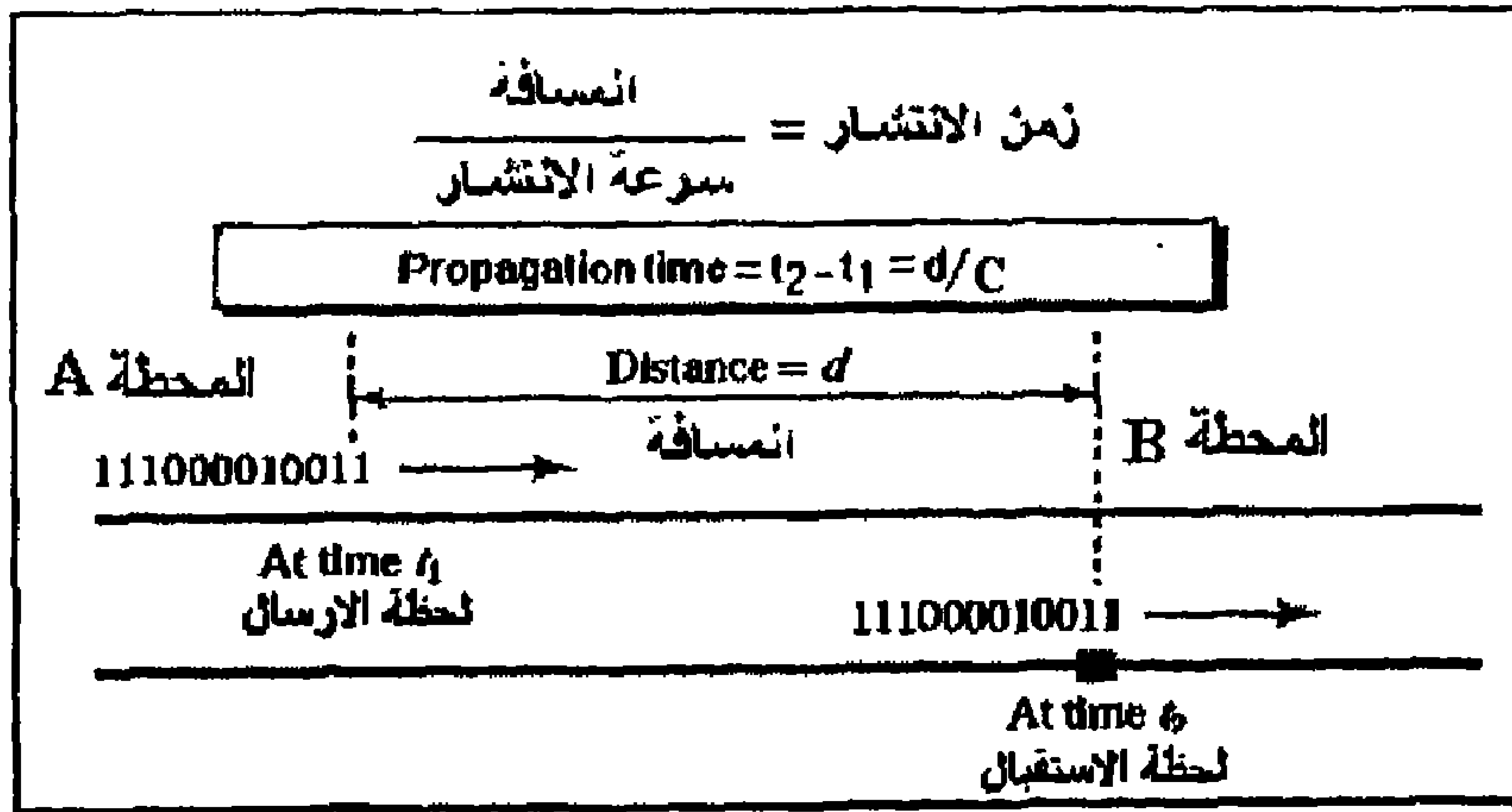
يرمز لزمن الانتشار بالرمز (t_0) وللمسافة التي تقطعها الإشارة خلال سريانها في وسط الإرسال بالرمز (d).

تقاس وحدات زمن الإشارة بنفس وحدات الزمن الدوري. يمكن حساب زمن انتشار الإشارة من المعادلة التالية:

$$\text{Propagation time(sec)} = \frac{\text{distance traveled by the signal(m)}}{\text{propagation speed(m/sec)}}$$

$$t_0(\sec) = \frac{d(m)}{C(m/\sec)}$$

الشكل رقم 19 يوضح عملية حساب زمن الانتشار (propagation time) حيث أن الإشارة انتقلت من المحطة A عند الزمن t_1 ووصلت إلى المحطة B عند الزمن t_2 وبالتالي يكون زمن الانتشار يساوي (t_2-t_1) ويمكن حسابه بمعرفة سرعة الانتشار والمسافة التي قطعتها الإشارة



شكل 19: انتقال إشارة رقمية من المحطة A إلى المحطة B

مثال7 :

احسب زمن الانتشار لإشارة رقمية قطعت مسافة مقدارها 100Km خلال انتقالها من المحطة A إلى المحطة B.

الحل:

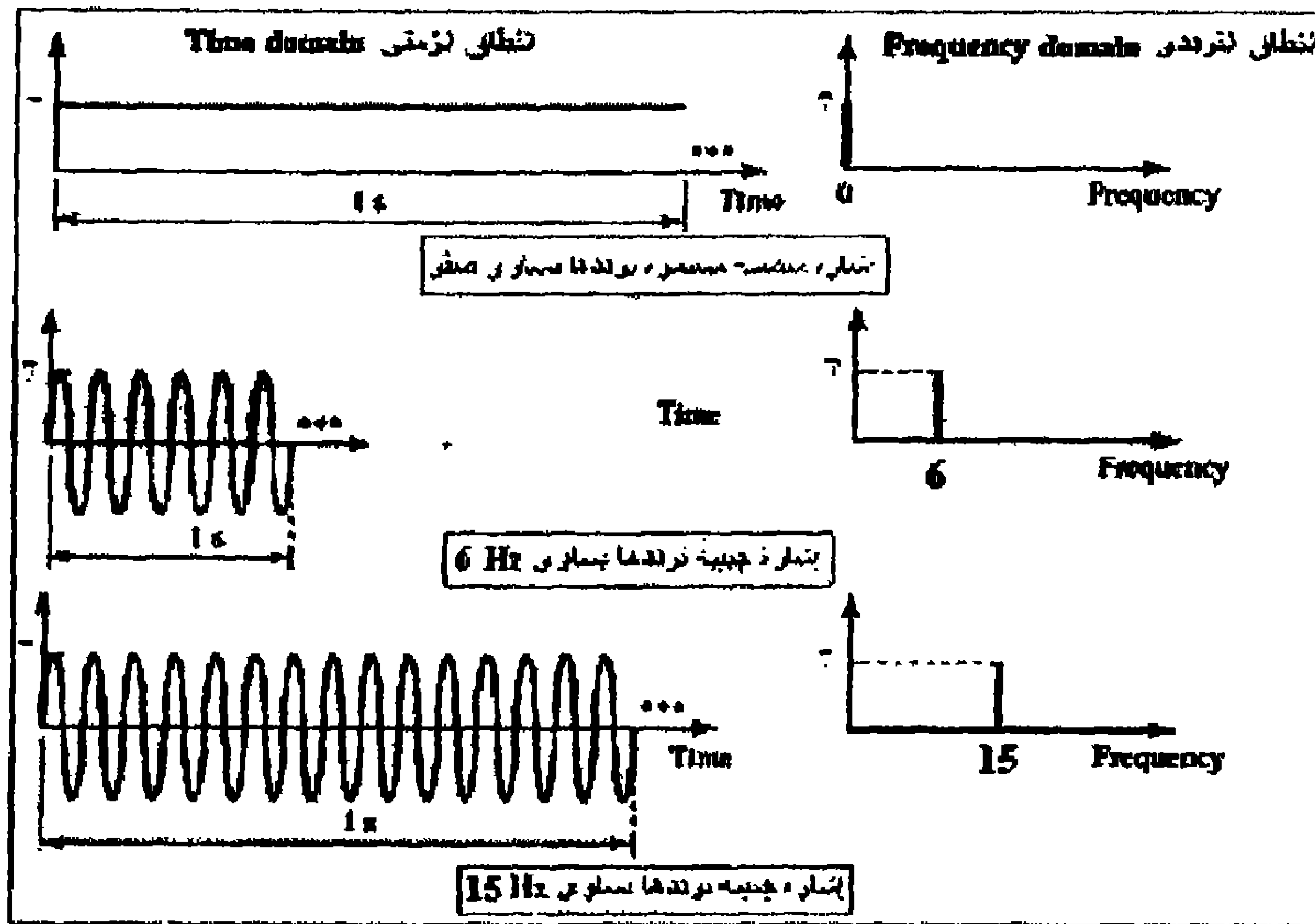
المسافة التي قطعتها الإشارة (d) تساوي 300 Km وسرعة انتشار الإشارة يساوي سرعة انتشار الضوء (C) والذي يساوي $3x10^8$ m/sec فان زمن الانتشار يساوي:

$$\text{Propagation time(sec)} = \frac{d(m)}{C(m/\sec)} = \frac{300*10^3}{3*10^8}\sec = 3*10^{-3}\sec = 3\,m\sec$$

1.7) مفهوم النطاق الزمني الترددي

TIME AND FREQUENCY DOMAINS CONCEPTS

الإشارات المتولدة بواسطة أجهزة الإرسال تتغير مع الزمن (دالة في الزمن) . الإشارات المتصلة يفضل تمثيلها في النطاق الترددي (frequency domain) وذلك لإمكانية تحديد عدد الموجات الجيبية (sinusoidal waves) التي تحتويها هذه الإشارة وذلك بعكس النطاق الزمني (time domain) الذي يوضح شكل الإشارة وتغيرها مع الزمن فقط. الشكل رقم 20 يوضح تمثيل بعض الإشارات المتصلة (analog signals) في النطاق الترددي والنطاق الزمني



شكل 20 : تمثيل الإشارات في النطاق الزمني والنطاق الترددي

من الشكل السابق يتضح الآتي:

الإشارة الجيبية $s(t) = A \sin (2 \Pi f t)$ تحتوي على مركبه واحدة عند قيمة تردد الإشارة. في النطاق الترددي يتم تمثيل الموجه الجيبية بخط رأسي عند تردد الإشارة

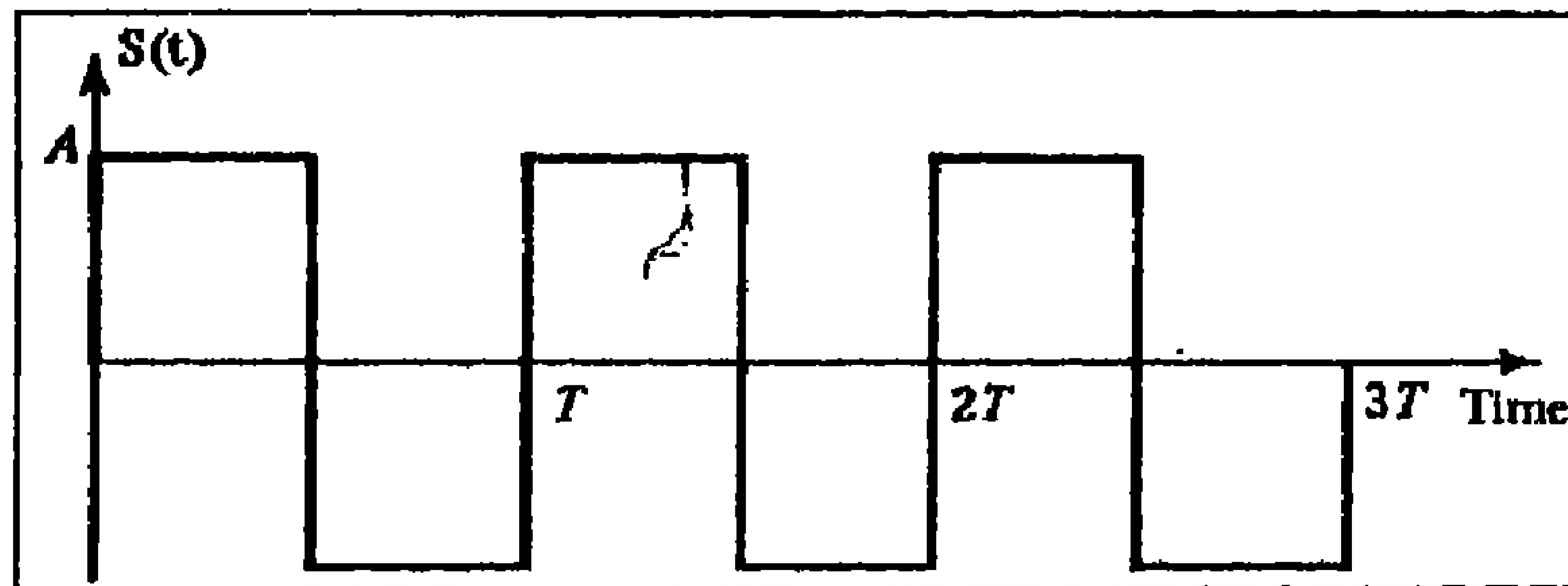
وبطول يمثل سعة الإشارة. الإشارة المستمرة (dc signal) $s(t) = A$ لها مركبة واحدة عند التردد F=0 .

الإشارات الجيبيه (ذات التردد الواحد) غالبا لا تستخدم في عملية الاتصالات وغالبا يتم تغير بعض خصائص الإشارة لإمكانية استخدامها في الاتصالات . عند تغيير خصائص الإشارة الجيبية تصبح الإشارة مركبة أي تحتوي على أكثر من موجة جيبيه. تبعا لتحليل Fourier للإشارات تبين أن الإشارات المركبة يمكن تمثيلها بمجموعة من الإشارات الجيبية التي لها ترددات (frequency) وطور(phase) وسعات (amplitude) مختلفة.

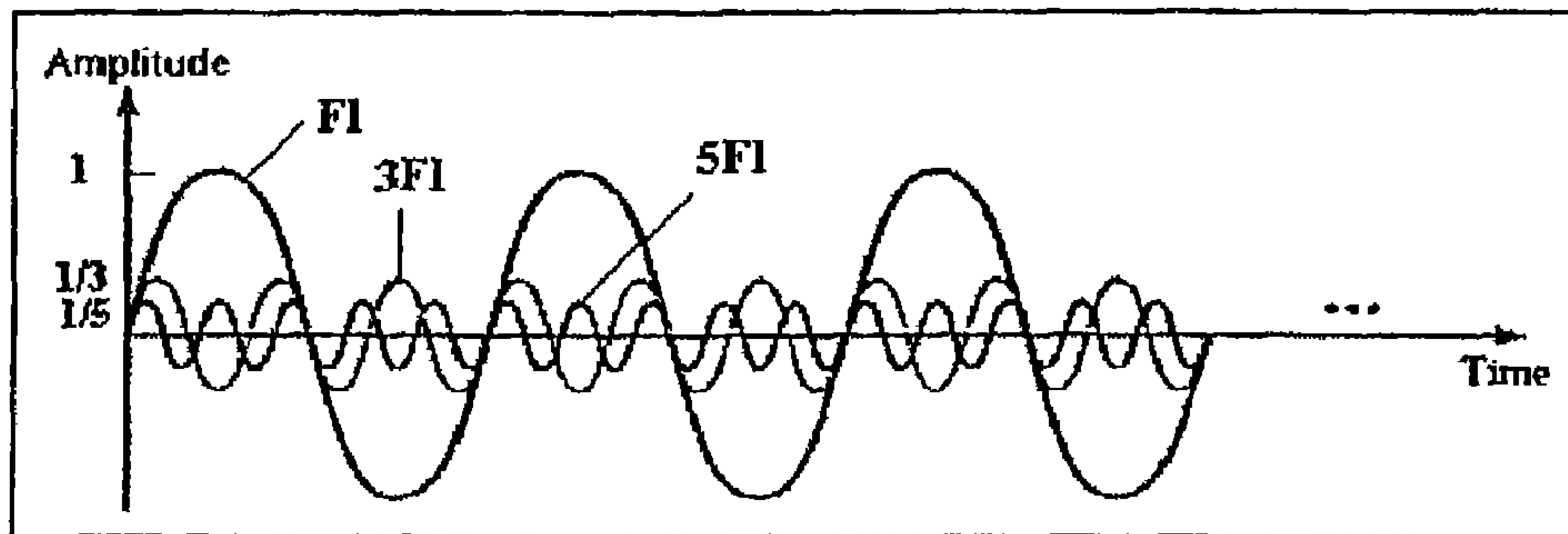
الشكل 21 يوضح شكل إشارة مربعة تحتوي على عدد لا نهاني من الموجات الجيبية. الشكل 22 يوضح تمثيل (في النطاق الزمني) ثلاث إشارات جيبيه مختلفة التردد (F1, F2, and F3) والسعة (1, 1/3 and 1/5). الشكل 23 يوضح الإشارة المركبة (في النطاق الزمني) الناتجة من مجموع الثلاث إشارات الجيبيه الموضحة في الشكل 22. التمثيل الرياضي للإشارة المركبة في النطاق الزمني يعطى بالمعادلة

$$S_1(t) = \sin[2\Pi(F_1)t) + \frac{1}{3}\sin[2\Pi(3F_1)t] + \frac{1}{5}\sin[2\Pi(5F_1)t]$$

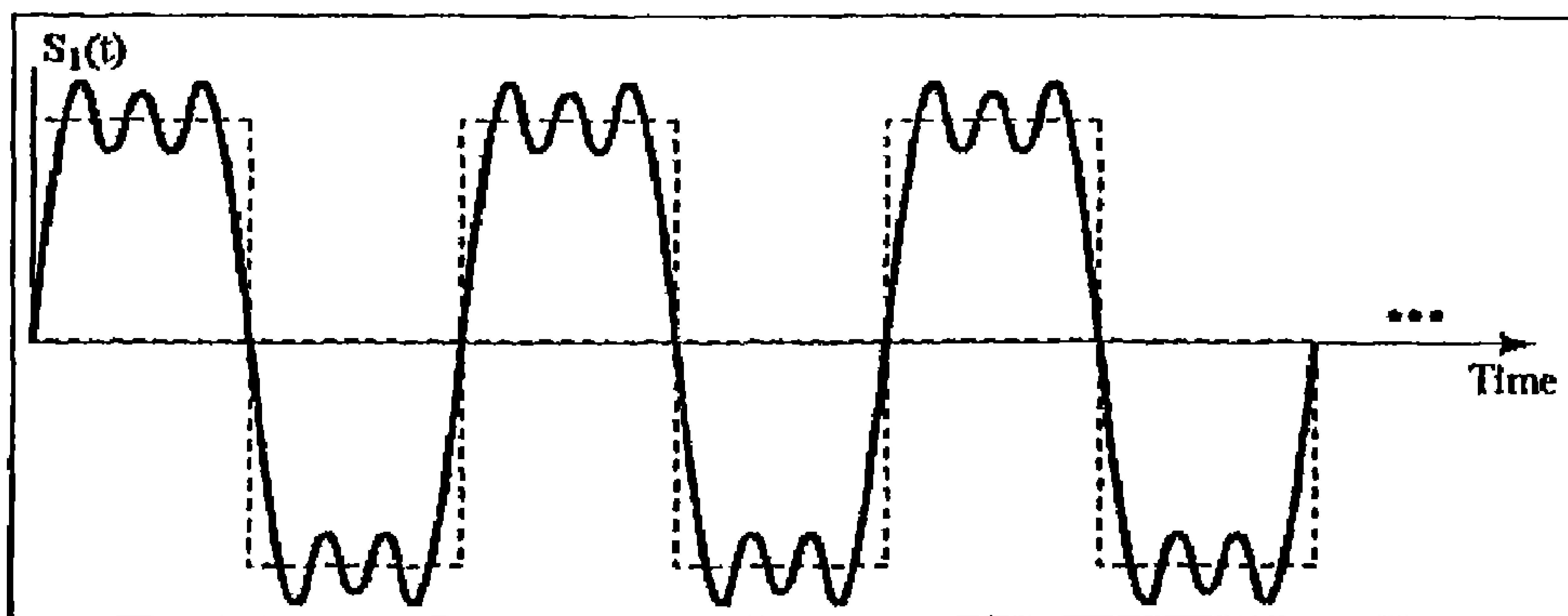
الشكل 24 يوضح تمثيل الإشارة المركبة في النطاق الترددي والذي يبين أن الإشارة تتكون من ثلاث مركبات (إشارات جيبيه) عند الترددات F1, F2, and F3 سعاتها 1, 1/3 and 1/5



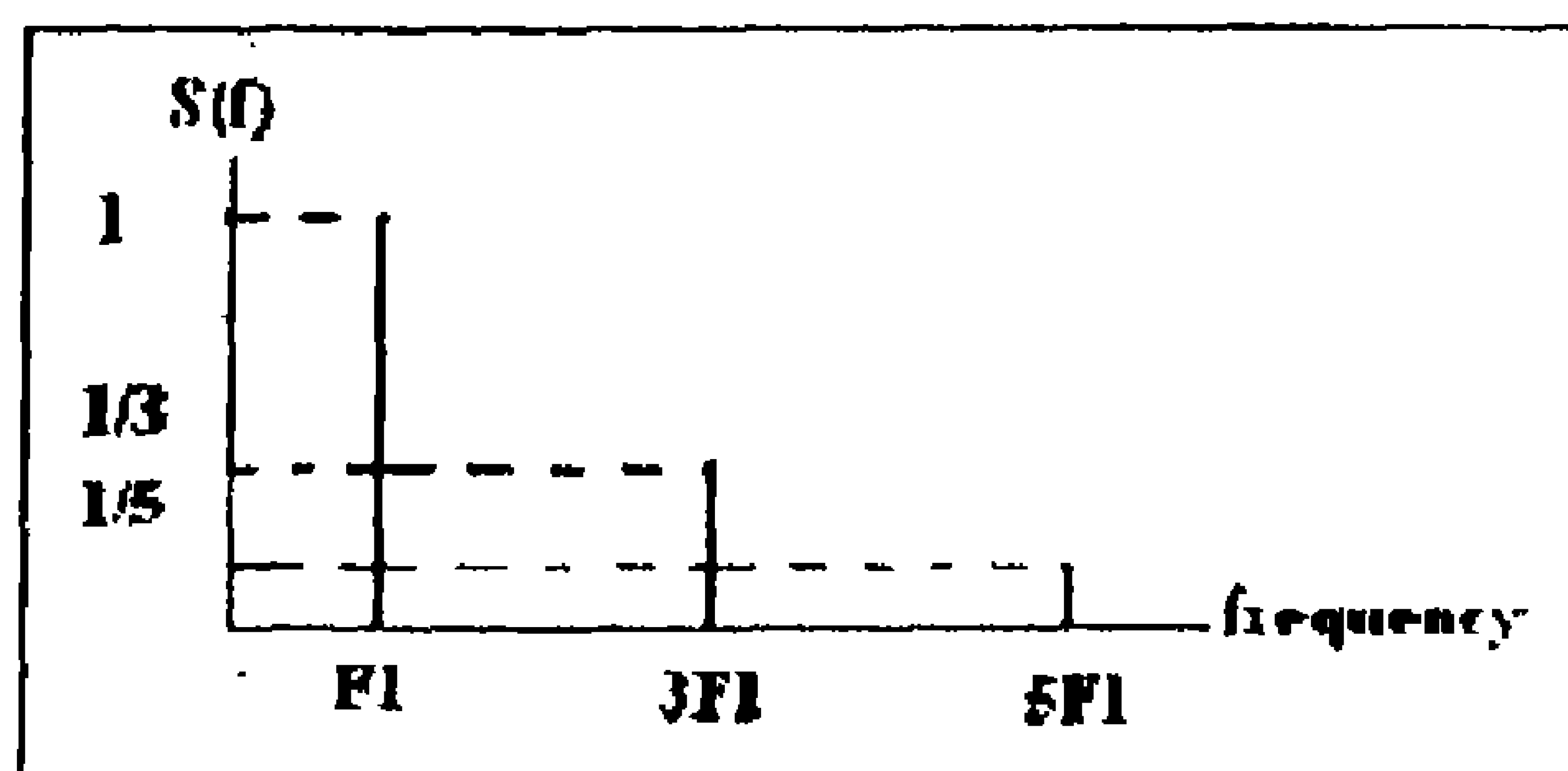
شكل 21: إشارة مربعة تحتوي على عدد لا نهاني من الموجات الجيبية



شكل 22: تمثيل (في النطاق الزمني) ثلاث إشارات جيبيه مختلفة التردد (F1, F2, and F3) والسعة (1, 1/3 and 1/5)



شكل 23 : الإشارة المركبة (في النطاق الزمني) الناتجة من مجموع الثلاث إشارات الجيبيه الموضحة في الشكل 22



شكل 24 : تمثيل الإشارة المركبة الموضحة في الشكل 23 في النطاق الترددي

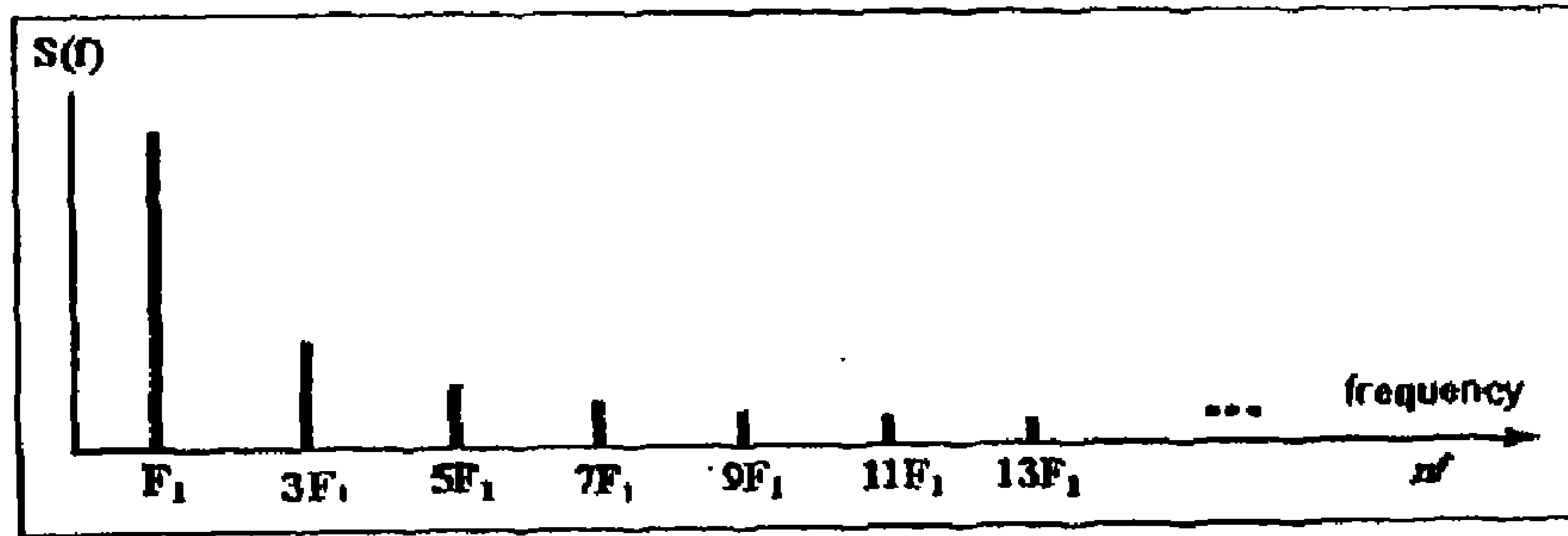
1.8) الطيف والمدى الترددي للإشارات

SPECTRUM AND BANDWIDTH OF THE SIGNAL

طيف الإشارات Spectrum of the signal

يقصد بطيف الإشارة هو تمثيل الإشارات المركبة في النطاق الترددي وذلك لمعرفة عدد المركبات (الموجات الجيبيه) التي تحتويها هذه الإشارة وتردد كل منها

الشكل 24 يوضح الطيف الترددي (frequency spectrum) لإشارة مركبة تحتوي على ثلاث إشارات جيبيه ترردداتها هو F_1, $3F_1$, and $5F_1$. الشكل رقم 25 يوضح الطيف الترددي (frequency spectrum) لموجه مربعة (spectrum of a square wave) تحتوي على عدد لا نهائي من الموجات الجيبية .



شكل 25: الطيف الترددي لموجه مربعة (spectrum of a square wave)
تحتوي على عدد لا نهائي من الموجات الجيبية

المدى الترددي للإشارة Signal Bandwidth

يعرف المدى الترددي للإشارة (signal bandwidth) بعرض طيف الإشارة أو حيز الترددات الموجودة داخل الإشارة. يمكن حساب المدى الترددي للاشارة بأنه الفرق بين أعلى واقل تردد داخل الإشارة

$$B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER}$$

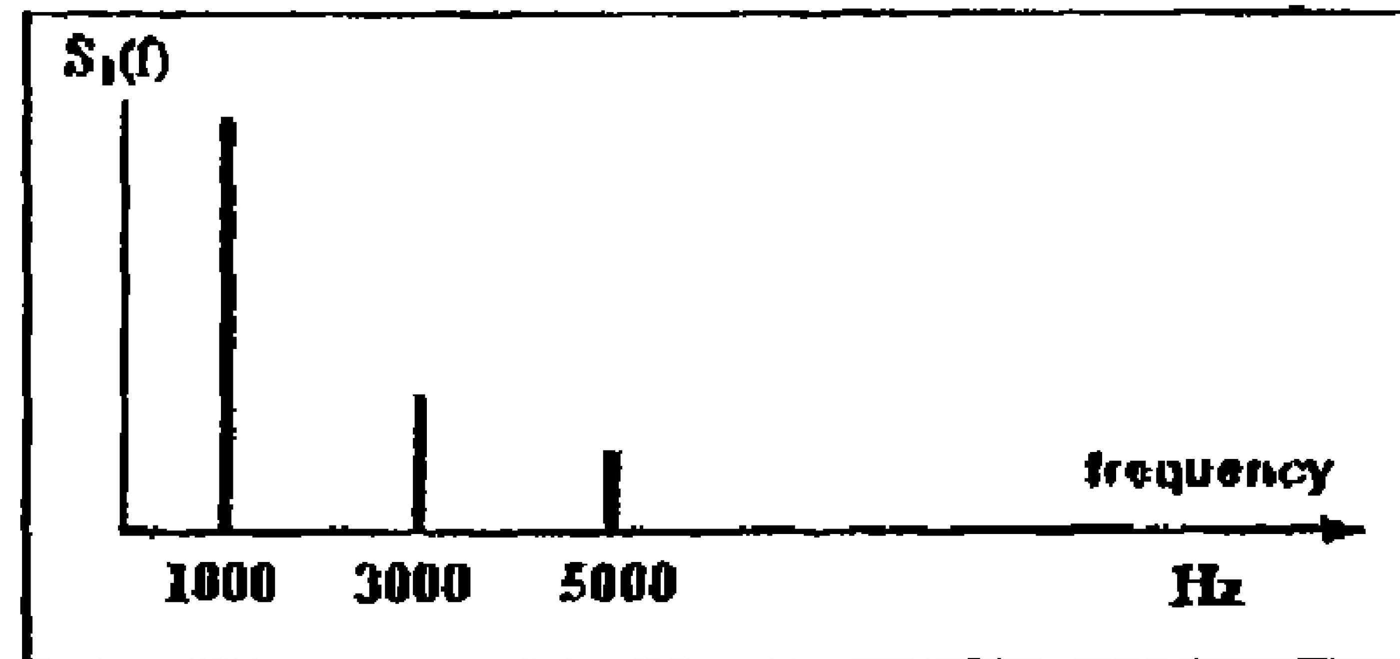
حيث أن : B_S.... المدى الترددي للإشارة signal bandwidth

F_{UPPER} .... أعلى تردد لموجة جيبيه تحتويها الإشارة

F_{LOWR} .... أقل تردد لموجة جيبيه تحتويها الإشارة

مثال8 :

الشكل رقم 26 يوضح طيف إشارة مركبة تحتوى على ثلاث موجات جيبيه ترددانها 1000 Hz, 3000Hz, and 5000Hz. احسب المدى الترددي signal bandwidth لهذه الإشارة



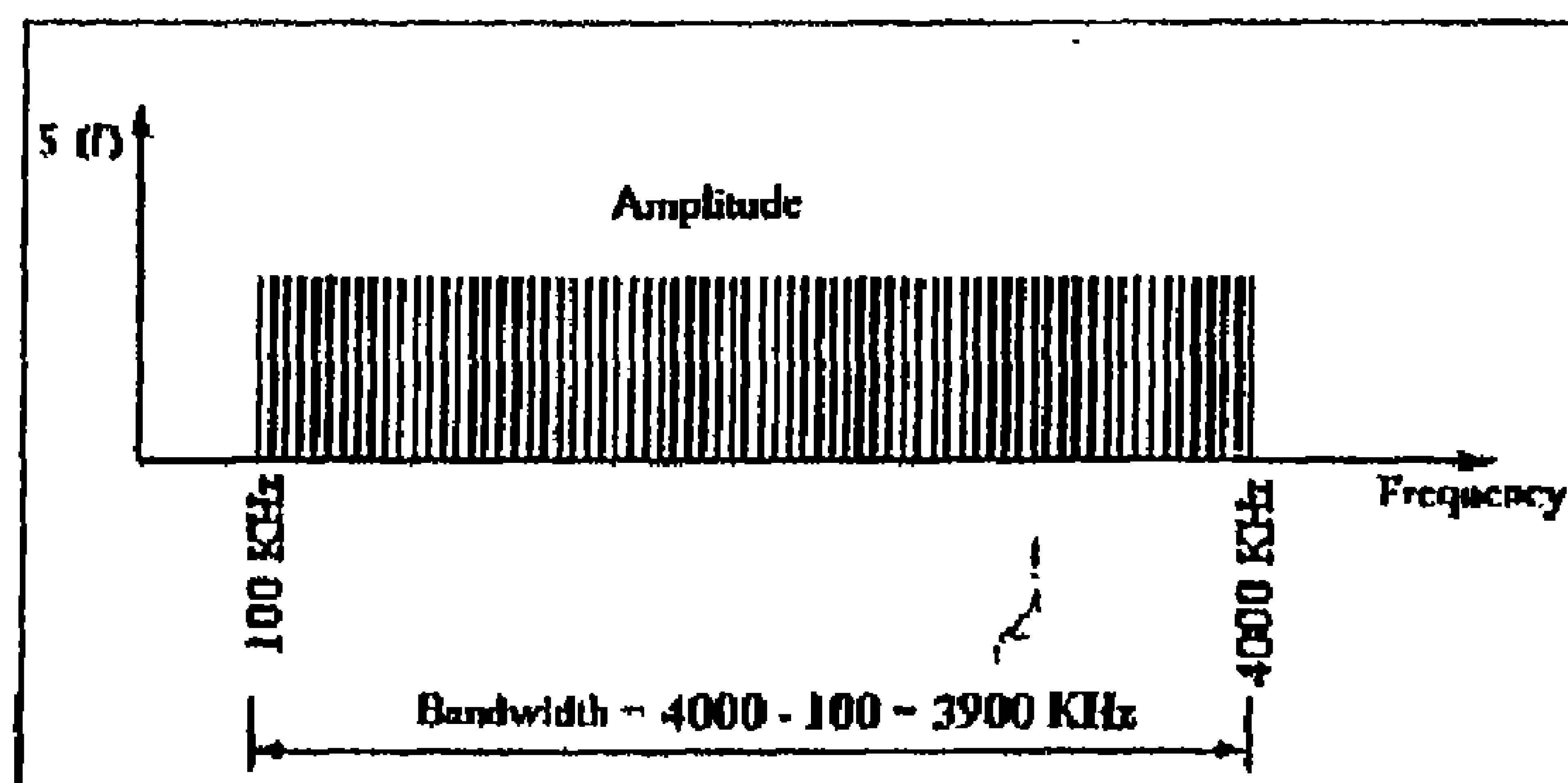
شكل 26: الطيف الترددي لإشارة مركبة تحتوي على لثلاث موجات جيبيه ترددانها 1000 Hz, 3000 Hz, and 5000 Hz

الحل:

$$\text{Signal bandwidth} = B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER} == 5000 - 1000 = 4000Hz$$

مثال9 :

الشكل رقم 27: يوضح إشارة مركبة تحتوي على إشارات جيبيه كثيرة تقع تردداتها بين 50 KHz and 3050KHz. احسب المدى الترددي signal bandwidth للإشارة



شكل 27: إشارة مركبة تحتوي على إشارات جيبيه كثيرة تقع تردداتها بين 100 KHz and 40000 MHz

الـحـل:

$$\text{Signal bandwidth} = B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER}$$
$$= 4000 - 100 = 3900KHz$$

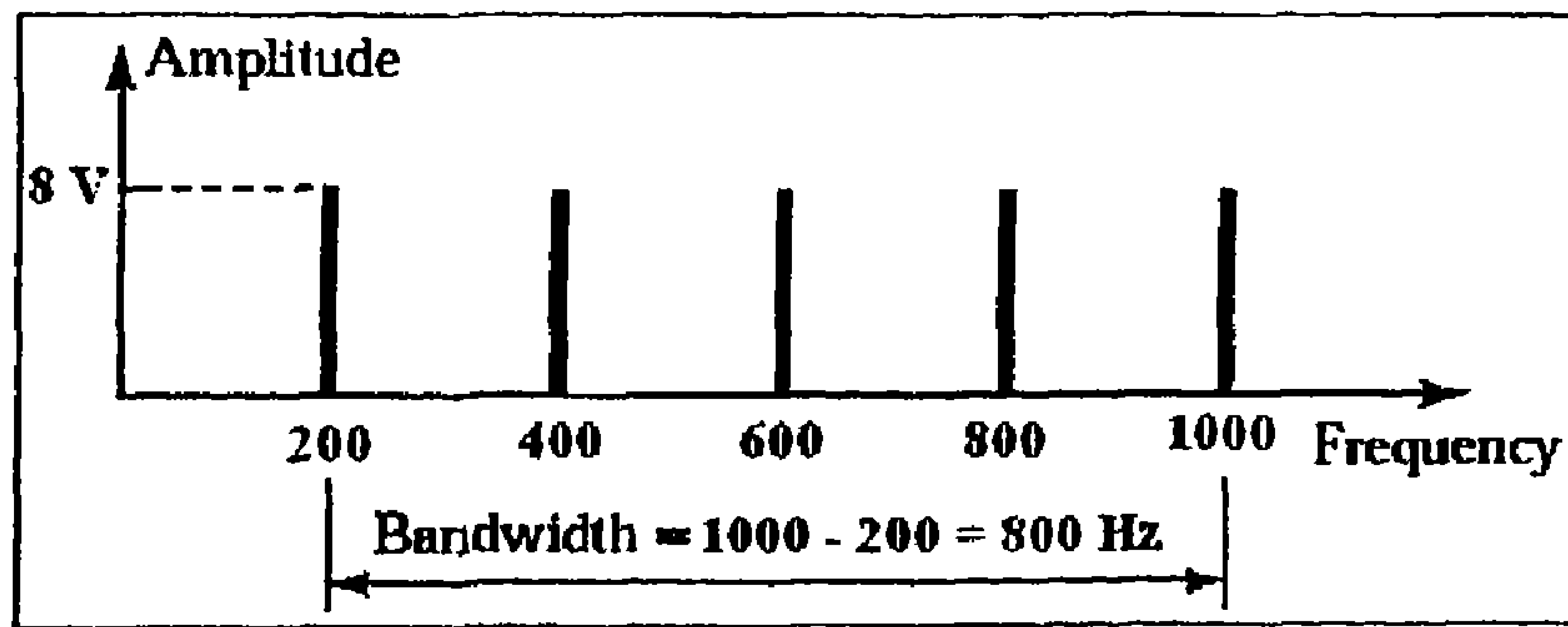
مثال10 :

إشـارة دوريـة تتكون مـن 5 إشـارات جيبيه سـعة كل منها 10V وتردداتها 100, 300, 500, 700, and 900Hz . أحسب المدى الترددي للإشـارة وارسـم الإشـارة في النطاق الترددي (frequency domain)

الـحـل:

$\text{Signal bandwidth} = B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER} = 900 - 100 = 800Hz$

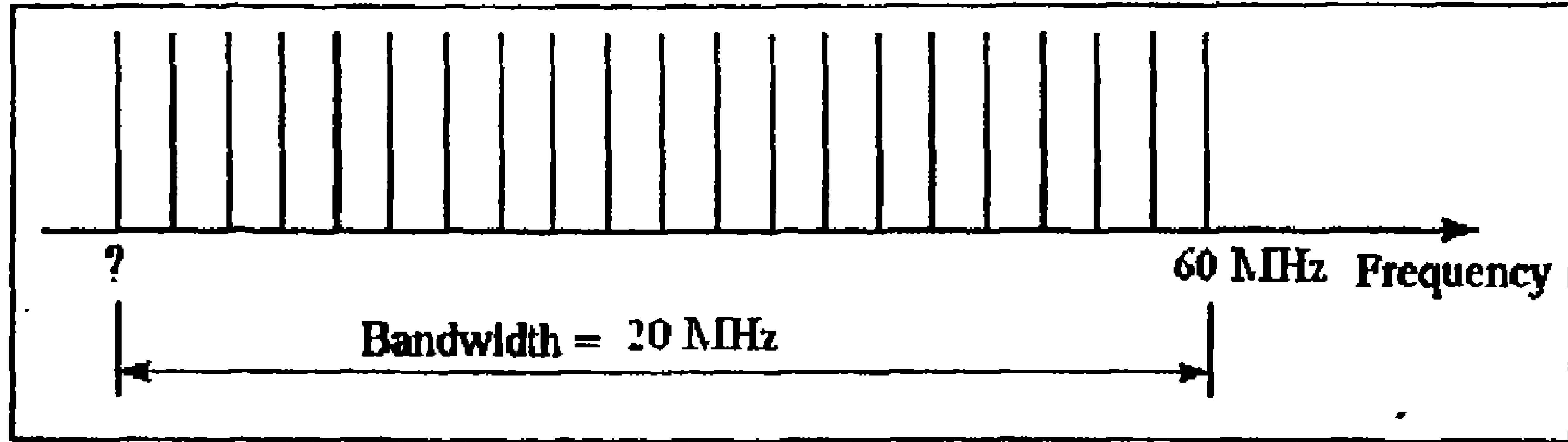
طـيف الإشـارة المركـبة الموضـح فـي الشـكل 28 يحـتوي عـلـى 5 مركـبات جيبـيه عـند الترددات 200, 400, 600, 800, and 1000 Hz يكون نطاقها الترددي يساوي 800 Hz



شكل 28: الطيف الترددي لإشارة دورية مركبة تتكون من 5 إشارات جيبيه سعة كل منها 8V وتردداتها 200, 400, 600, 800, and 1000

مثال11 :

الشـكل رقم 29 يوضـح طيف إشارة دورية مركبة لها مدى ترددي يساوي B_S=20MHz . أوجـد أقـل تـردد تحـتويه الإشـارة إذا علمـت أن أعلـى تـردد تحـتويه الإشـارة هـو F_{UPPER}=60 MHz



شكل 29: طيف إشارة دورية مركبة لها مدى ترددي يساوي 20 Hz

وأعلى تردد تحتويه يساوي 60 MHz

الحل:

$$B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER}$$
$$20 = 60 - F_{LOWER}$$
$$F_{LOWER} = 60 - 20 = 40\ MHz$$

مثال12 :

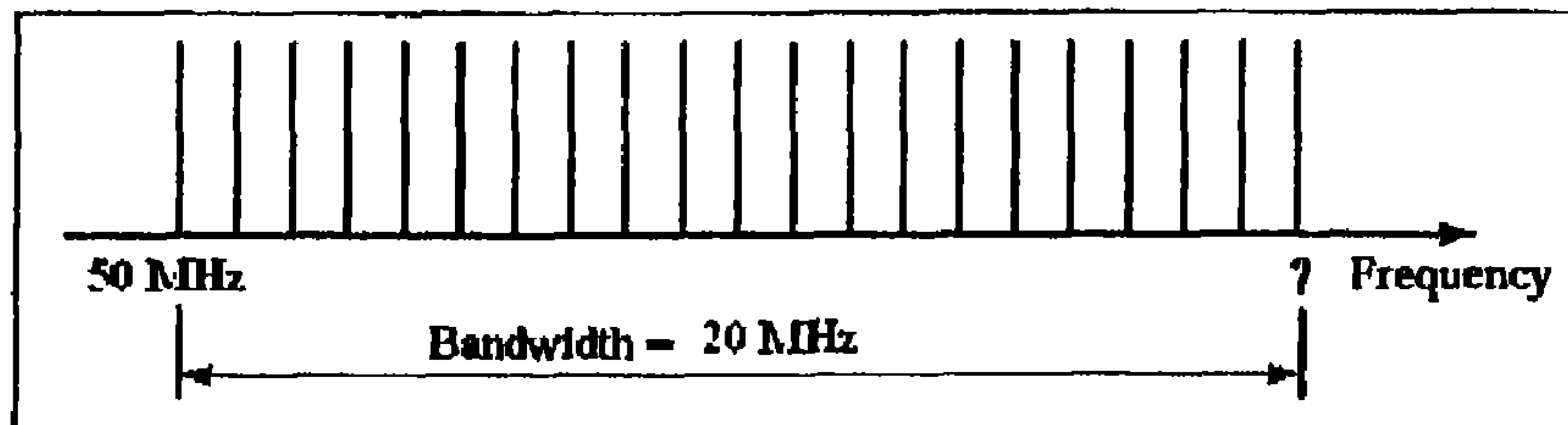
في المثال السابق إذا علمت أن أقل تردد تحتويه الإشارة الدورية المركبة هو 50 MHz.

احسب أعلى تردد تحتويه هذا الإشارة

الحل:

الشكل رقم 30 يوضح طيف الإشارة المركبة التي مداها الترددي يساوي 20 MHz

وأقل تردد تحتويه يساوي 50 MHz



شكل 30: طيف إشارة دورية مركبة لها مدى ترددي يساوي 20 Hz

وأقل تردد تحتويه يساوي 50 MHz

$$B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER}$$
$$20 = F_{UPPER} - 50$$
$$F_{UPPER} = 20 + 50 = 70\ MHz$$

1.9) المدى الترددي لقنوات الإرسال CHANNEL BANDWIDTH

المدى الترددي لقناة أو وسط الإرسال هو الفرق بين أعلى تردد وأقل تردد للإشارات الجيبية التي يمكن أن تمر خلال قناة أو وسط الإرسال

$$B_C = F_{UPPER} - F_{LOWER}$$

حيث أن : B_c.... المدى الترددي لقناة الإرسال channel bandwidth

F_{UPPER} .... أعلى تردد لإشارة الجيبيه التي يمكن أن تعبر خلال قناة الإرسال

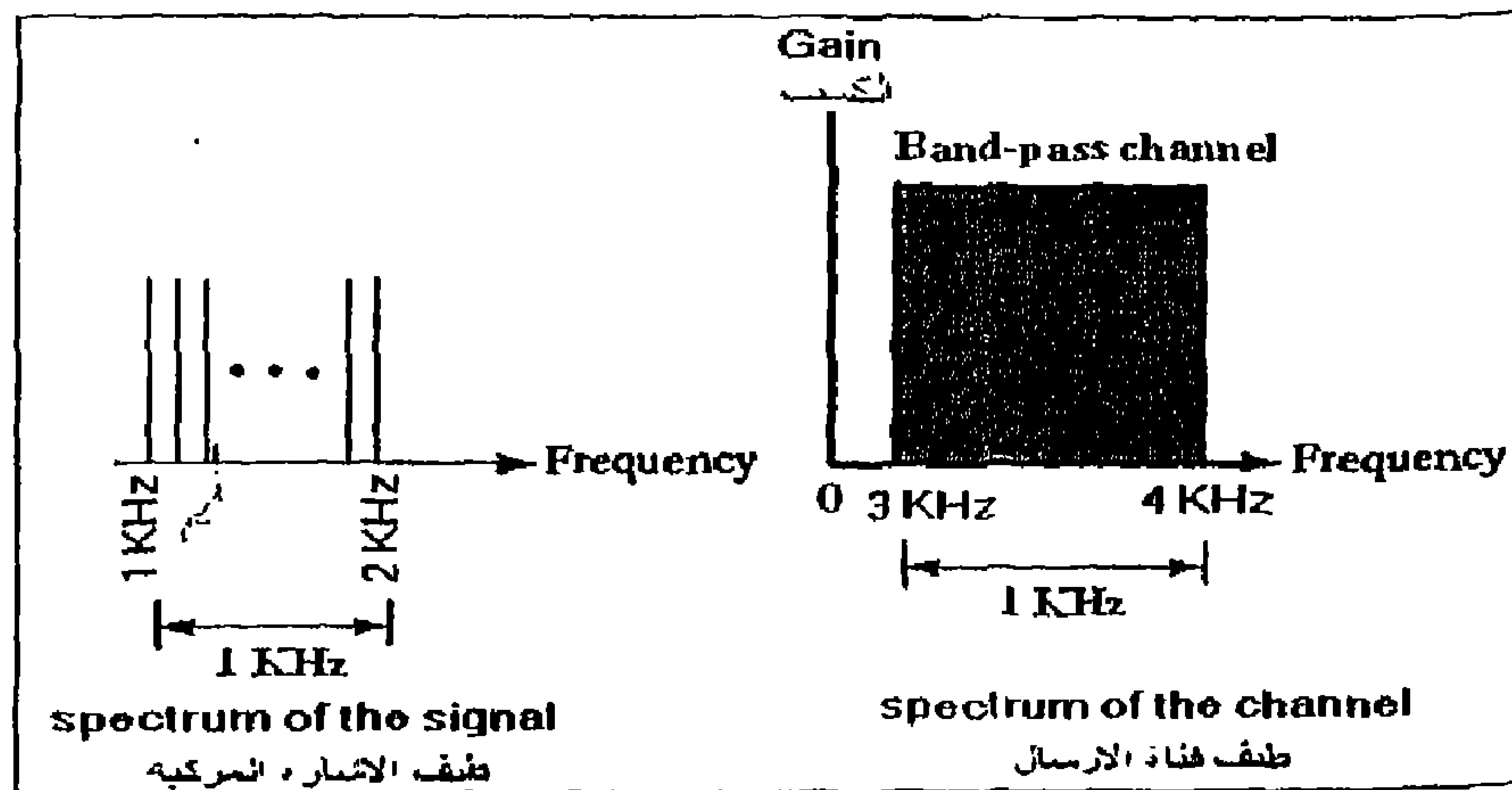
F_{LOWR} .... أقل تردد لإشارة الجيبيه التي يمكن أن تعبر خلال قناة الإرسال

مثال13 :

إشارة لها مدى ترددي 1 KHz (من 1 KHz إلى 2 KHz) وقناة تسمح بمرور ترددات من 3000 Hz وحتى 4000 Hz (مدى القناة الترددي=1000 Hz). هل ستمر هذه الإشارة بالكامل عبر القناة؟.

الحل :

الشكل رقم 31 يوضح المدى الترددي لكل من الإشارة المركبة وقناة الإرسال. من الشكل يتضح لنا أن الإشارة لن تعبر نهائيا من القناة لأنه بالرغم من أن المدى الترددي للإشارة والقناة متساويان ولكن القناة تسمح بعبور الترددات من 3000 Hz إلى 4000 Hz فقط وبالتالي لن تعبر الترددات من 1000 Hz إلى 2000 Hz



شكل 31: المدى الترددي لكل من الإشارة المركبة وقناة الإرسال

1.10) معدل إرسال البيانات وفترة البت

DATA RATE (BIT RATE) AND BIT INTERVAL

في الجزء السابق تناولنا عملية الإرسال المتصل (analog transmission) حيث تم تعريف وحساب المدى الترددي المتصل (analog bandwidth) للإشارات المتصلة وقناة الإرسال. في الجزء التالي سنتناول الإرسال الرقمي (digital transmission) حيث سيتم تعريف المدى الترددي الرقمي (digital bandwidth) ومعدل سريان البيانات الرقمية (bit rate) وفترة إرسال bit الواحد (bit interval) وكذلك Baud rate

معدل إرسال البيانات الرقمية Data (bit) rate

هو عدد Bits المرسلة في الثانية الواحدة ويقاس بالوحدة bit-per-sec (bps)

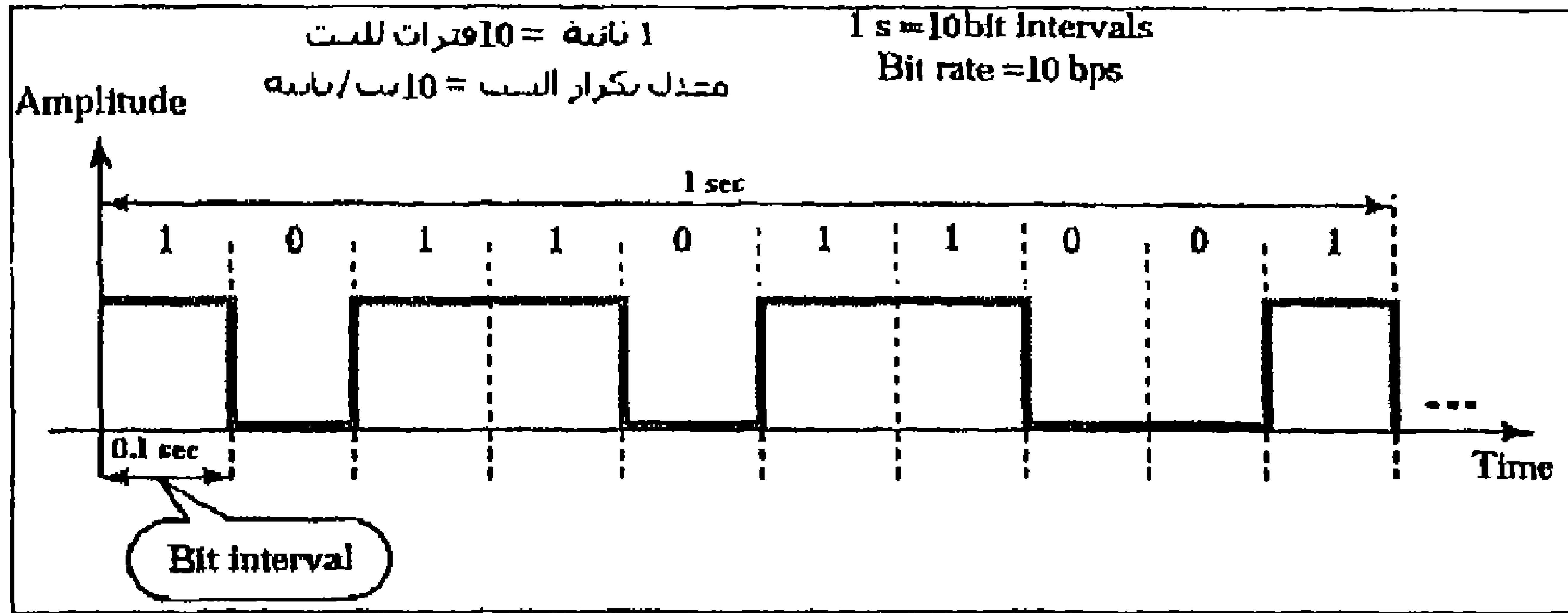
فترة إرسال البت الواحد Bit interval

فترة إرسال البت الواحد (bit interval) تعريف بأنها مقلوب معدل سريان البيانات (bit rate) أو هو الفترة الزمنية اللازمة لإرسال one bit . تقاس فترة إرسال البت الواحد (bit interval) بوحدات الزمن (sec, msec, µsec...).

المدى الترددي المتصل (analog bandwidth) للقنوات يعبر عنه (Hz) و المدى الترددي الرقمي (digital bandwidth) للقنوات يعبر عنه (bps).

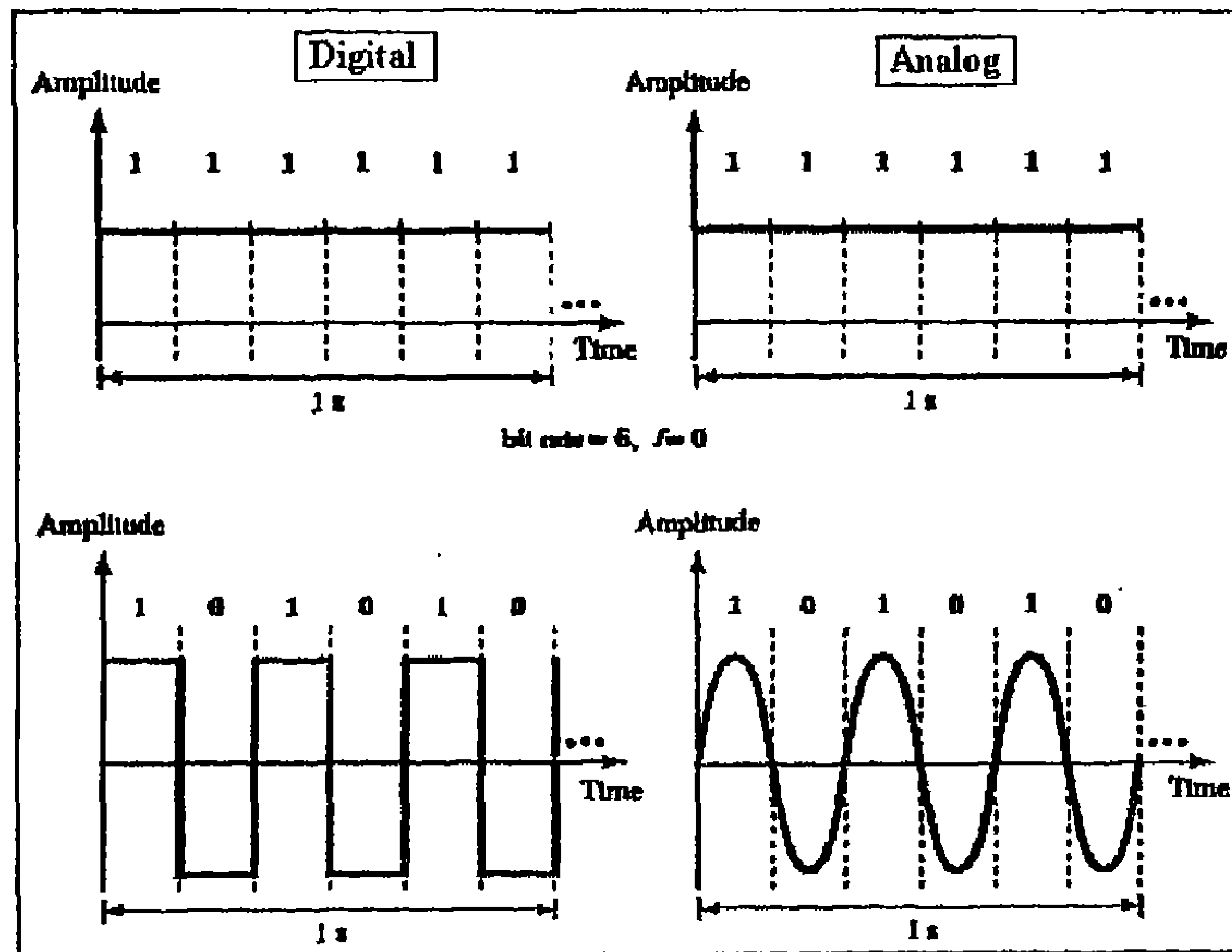
الشكل رقم 32 يوضح شكل إشارة رقمية غير دورية (non-periodic digital signal) خلال فترة زمنية مقدارها ثانية واحدة. باعتبار أن مستوي الإشارة الموجب يستخدم في تشفير القيمة الرقمية 1 ومستوي الإشارة الصفري يستخدم في تشفير القيمة الرقمية 0 فان عدد bits المرسلة في الثانية الواحدة (bit rate) يساوي 10 bps. فترة إرسال البت الواحد (bit interval) تساوي 0.1 sec حيث أنها مقلوب معدل سريان

البيانات (bit rate). الشكل 33 يوضح الفرق بين bit rate and frequency لبعض الإشارات المتصلة (analog signal) والإشارات الرقمية (digital signal)



شكل 32 : إشارة رقمية غير دورية (non periodic digital signal)

خلال فترة زمنية مقدارها ثانية واحدة.



شكل 33 : الفرق بين bit rate and frequency لبعض الإشارات المتصلة (analog signal) والإشارات الرقمية (digital signal)

مثال14 :

إشارة رقمية (digital signal) لها معدل سريان للبيانات (bit rate) يساوي 2000 bps. احسب فترة إرسال one bit (bit interval)

الـحـل:

$$\text{Bit interval} = \frac{1}{Bit\ rate} = \frac{1}{2000}\sec = \frac{1}{2000} * 10^3\ m\sec = 0.5\ m\sec$$

1.11) معدل Baud ومعدل ارسال البيانات

BAUD RATE AND BIT RATE

Baud rate and bit rate هما مقياسان لعدد الإشارات الرقمية (digital signals) التي يمكن إرسالها في الثانية الواحدة. Baud rate يمكن تعريفه بأنه عدد وحدات الإشارة (signal units) أو المعلومات المرسلة في الثانية الواحدة.

قيمة bit rate تكون أعلى من قيمة baud rate وذلك عندما تكون وحدات الإشارة أو المعلومات المرسلة في كل فترة تحتوى على أكثر من bit.

المعادلة التالية توضح العلاقة بين bit rate and baud rate

$$Bit\ rate = Baud\ rate * K$$

حيث أن K: عدد bits في كل وحدة للإشارة (signal unit)

الشكل 34 يوضح ثلاث حالات لتوضيح العلاقة بين عدد مستويات الإشارة وعدد bits في كل وحدة إشارات (signal unit) ومقدار baud rate and bit rate في كل حالة

مثال15 :

إذا كانت وحدة الإشارة (signal unit) تتغير 1200 مرة في الثانية الواحدة . احسب bit (data) rate and baud rate في الحالات التالية

a) signal unit = one bit b) signal unit = tow bits (debits)
c) signal unit = three bits (tribits) d) signal unit = four (quadbits)

الـحـل:

a) وحدة الإشارة تمثل one bit (signal unit = one bit)

Baud rate = bit rate = 1200 bauds per sec

b) وحدة الإشارة تمثل two bits (signal unit = two bits)

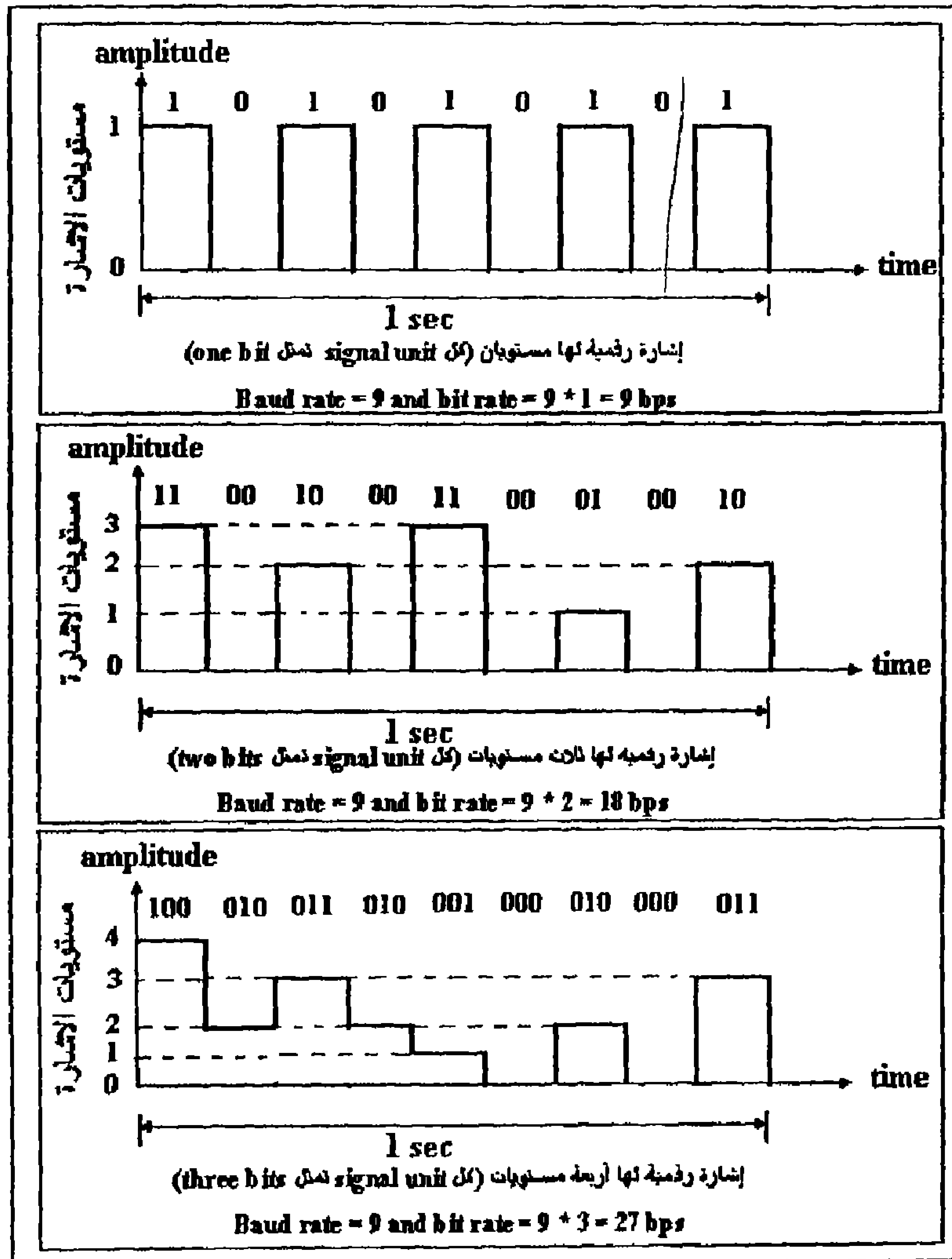
Baud rate = 1200 bauds per sec, and Bit rate = 1200 x 2 = 2400 bps

c) وحدة الإشارة تمثل three bits (signal unit = three bits)

Baud rate = 1200 bauds per sec, and Bit rate = 1200 x 3 = 3600 bps

d) وحدة الإشارة تمثل four bits (signal unit = four bits)

Baud rate = 1200 bauds per sec, and Bit rate = 1200 x 4 = 4800 bps



شكل 34: العلاقة بين عدد مستويات الإشارة وعدد bits في

كل وحدة بيانات ومقدار baud rate and bit rate

مثال16 :

إشارة متصلة (analog signal) تحتوي كل وحدة بيانات فيها على 4 bits (signal unit = 4 bits). احسب bit rate and baud rate إذا علمت أنه يتم إرسال 1000 signal units في كل ثانية

الحل:

Baud rate = 1000 bauds per second

Bit rate = 1000 x 4 = 4000 bps

مثال17 :

أشارة لها bit rate يساوي 3000 bps . إذا كان كل (signal unit) تحتوي على 6 bits. أحسب قيمة baud rate

الحل:

Baud rate = bit rate/ number of bits per signal unit

= 3000 / 6 = 500 bauds per sec

1.12) أنواع القنوات تبعا للضوضاء TYPES OF CHANNELS

باعتبار أن الإشارة المرسلة يمكن أن تتداخل مع ضوضاء من مصادر خارجية فانه يمكن تقسيم قنوات الاتصالات تبعا للضوضاء إلى:

a) قناة عديمة الضوضاء Noiseless Channel

b) قناة ذات الضوضاء Noisy Channel

a) قناة عديمة الضوضاء Noiseless Channel

في حالة القنوات عديمة الضوضاء يمكن حساب معدل سريان البيانات (bit rate) باستخدام معادلة Nyquist

$$Bit\ Rate = 2 * F * \log_2(N)$$

حيث أن : F .... المدى الترددي للقناة أو المدى الترددي للقناة

N ..... عدد مستويات الإشارة .

مثال18 :

قناة عديمة الضوضاء لها مدى ترددي يساوي 3000 Hz. احسب أعلى معدل سريان للبيانات (Bit-rate) إذا علمت أن الإشارة المرسلة لها مستويان

الحل:

Bit-rate = $2 \times 3000 \times \log_2 2 = 6000$ bps

مثال19 :

قناة عديمة الضوضاء لها مدى ترددي يساوي 3000 Hz. احسب أعلى معدل سريان للبيانات (Bit-rate) إذا علمت أن الإشارة لها أربعة مستويات

الحل:

Bit-rate = $2 \times 3000 \times \log_2 4 = 12000$ bps

b) قناة ذات الضوضاء Noisy Channel

في حالة القنوات ذات الضوضاء يمكن تعريف bit rate باستخدام معادلة Shannon

$$C = B * \log_2(1 + SNR)$$

حيث أن : B .... المدى الترددي للإشارة أو المدى الترددي لقناة الإرسال

SNR .... نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء (Signal to Noise Ratio)

C .... سعة القناة / معدل سريان البيانات Channel Capacity/Bit-rate

مثال20 :

مع اعتبار أن لدينا قناة بها ضوضاء وكانت نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء تساوي صفر. أحسب سعة القناة.

الحل:

نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء تساوي صفر يعني أن الضوضاء عالي جدا والذي يؤدي إلى ضياع الإشارة

$C = B \log_2 (1 + SNR) = B \log2 (1 + 0) = B \log2 (1) = B \times 0 = 0$

مثال21 :

احسب أعلى معدل لسريان البيانات (bit rate) لخط تليفون إذا علمت أن المدى الترددي لخط التليفون(channel bandwidth) يساوي 3000 Hz (من 300 Hz إلى 3300 Hz) ونسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء هو 3162

الحل:

$$C = B \log_2 (1 + SNR)$$
$$= 3000 \log_2 (1 + 3162)$$
$$= 3000 \log_2 (3163) = 3000 \times 11.62 = 34860 \text{ bps}$$

مثال22 :

المدى الترددي لقناة إرسال (channel bandwidth) هو 1 MHz ومعدل قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء يساوي 63. احسب معدل سريان البيانات (Bite rate) وعدد مستويات الإشارة

الحل:

أولا: باستخدام قانون Shannon لإيجاد سعة القناة

$$C = B \log_2 (1 + SNR) = 10^6 \log_2 (1 + 63) = 10^6 \log_2 (64) = 6 \text{ Mbps}$$

ثانيا: باستخدام قانون Nyquist عدد مستويات الإشارة

$$Bit\ Rate = 2 * F * \log_2(N)$$

$$6 * 10^6 = 2 * 10^6 * \log_2 L$$

$$3 = \log_2 L$$

$$L = \log_2^{-1} 3 = 8$$

1.13) أنواع مرشحات الإشارة TYPES OF SIGNAL FILTERS

قنوات الاتصـال السلكية واللاسلكية تحتوي علـى أعداد كبيرة من الإشارات الكهربية أو الموجات المغناطيسية التي لها ترددات مختلفة. لاستقبال هذه الإشارات يجب تحديد حيز الترددات المراد استقبالها أو بمعنى آخر استخلاص بعض الترددات دون غيرها.

تستخدم مرشحات الإشارة في تحديد حيز الترددات التي يمكن أن يستقبلها جهاز الاستقبال. مرشحات الإشارة تقسم إلى أربعة أنواع هي:

a) مرشحات مرور الترددات الصغيرة Low-pass filter

هي المرشحات التي تسمح بمرور الإشارات صغيرة التردد (من صفر إلى F_1) حيث أن F_1 هو أعلى تردد يمكن أن يستقبله جهاز الاستقبال

b) مرشحات مرور الترددات الكبيرة High-pass filter

هي المرشحات التي تسمح بمرور الإشارات عالية التردد (من F_1 إلى ما لا نهاية) حيث أن F_1 هو أقل تردد يمكن أن يستقبله جهاز الاستقبال

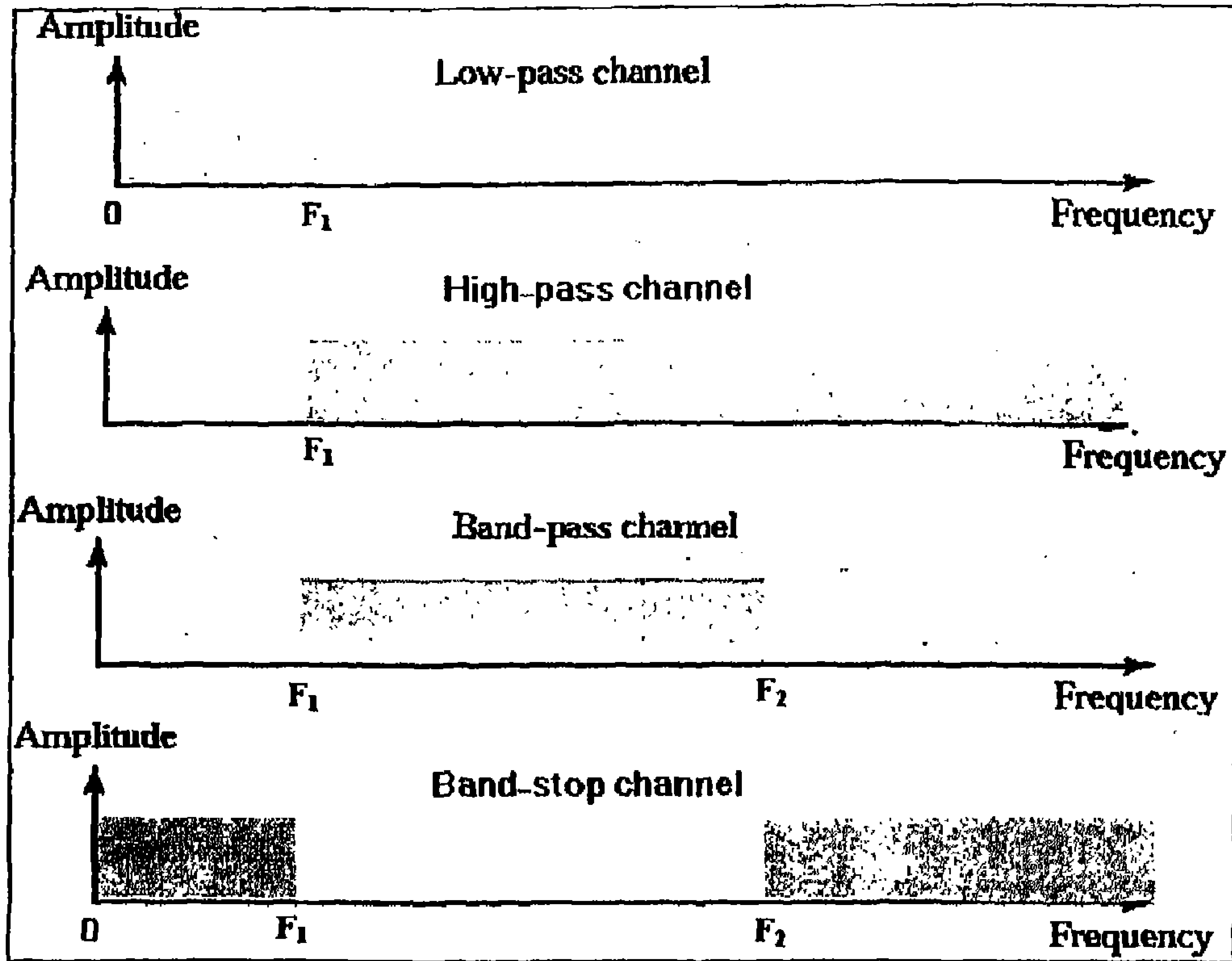
c) مرشحات مرور الترددات البينية Band-pass filter

هي المرشحات التي تسمح بمرور الإشارات التي تردداتها محصورة بين F_1 و F_2 حيث أن F_1 هو أقل تردد يمكن أن يستقبله جهاز الاستقبال و F_2 هو أعلى تردد يمكن أن يستقبله جهاز الاستقبال

d) مرشحات حجب الترددات البينية Band-stop filter

هي المرشحات التي لا تسمح بمرور الإشارات التي تردداتها محصورة بين F_1 و F_2 حيث أن جهاز الاستقبال يمكنه استقبال الترددات في حيزين الأول من صفر إلى F_1 والثاني من F_2 إلى ما لا نهاية

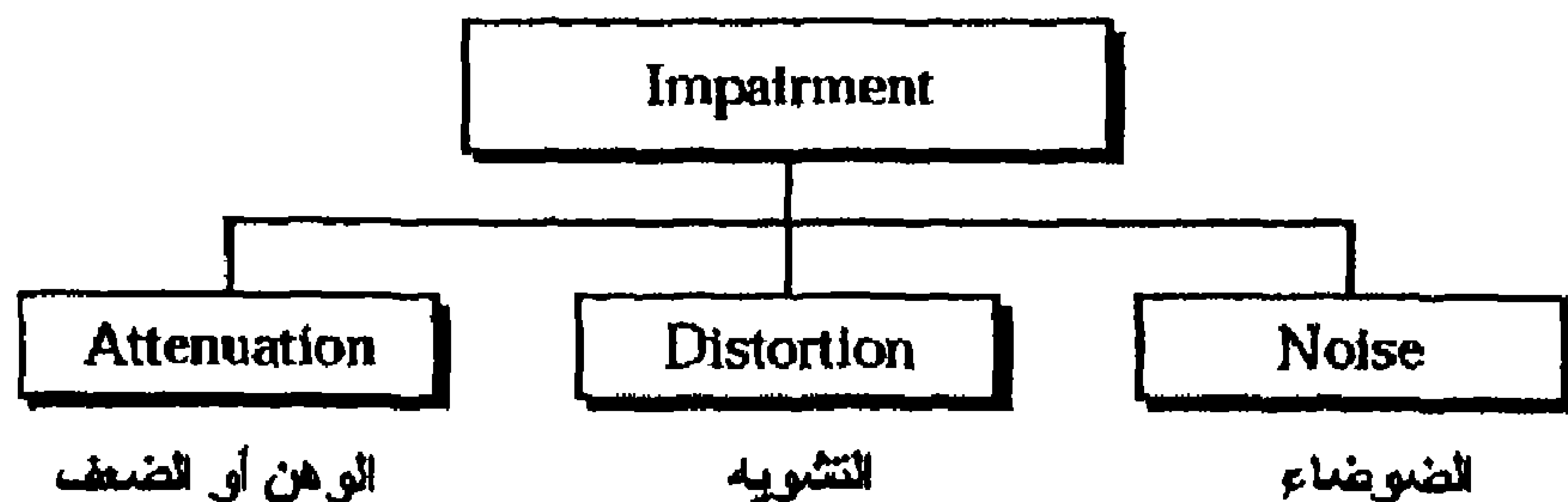
الشكل 35 يوضح حيز الترددات التي يمكن أن تعبر خلال أنواع مرشحات الإشارة المختلفة



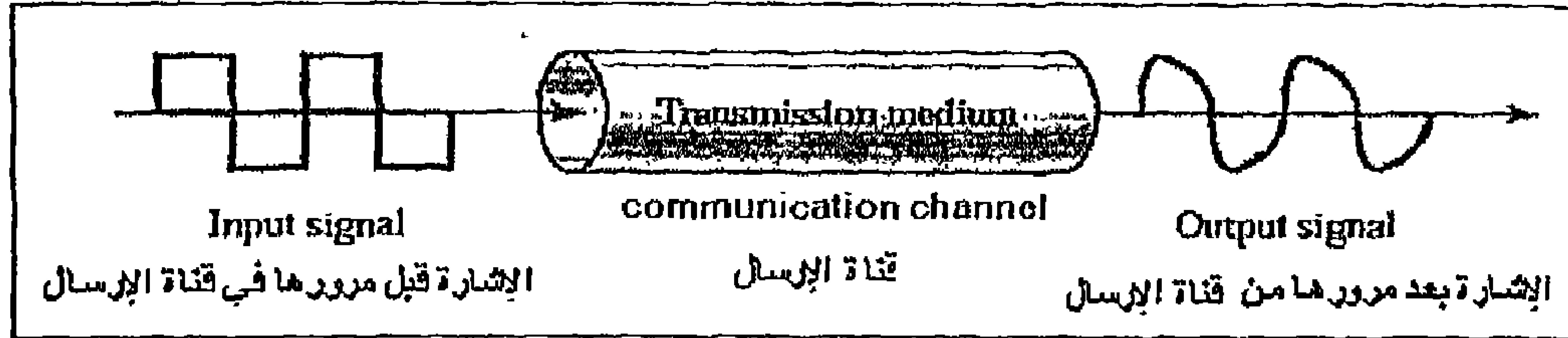
شكل 35: حيز الترددات التي يمكن أن تعبر خلال أنواع مرشحات الإشارة المختلفة

1.14) متلفات الإرسال TRANSMISSION IMPAIRMENT

تنتقل الإشارة من مكان إلى مكان آخر خلال مسافات بعيدة يمكن أن تصل إلى مئات الكيلومترات مما يعرضها إلى التلف. في الجزء التالي سنخص بالذكر ثلاثة أنواع من متلفات الإشارة.



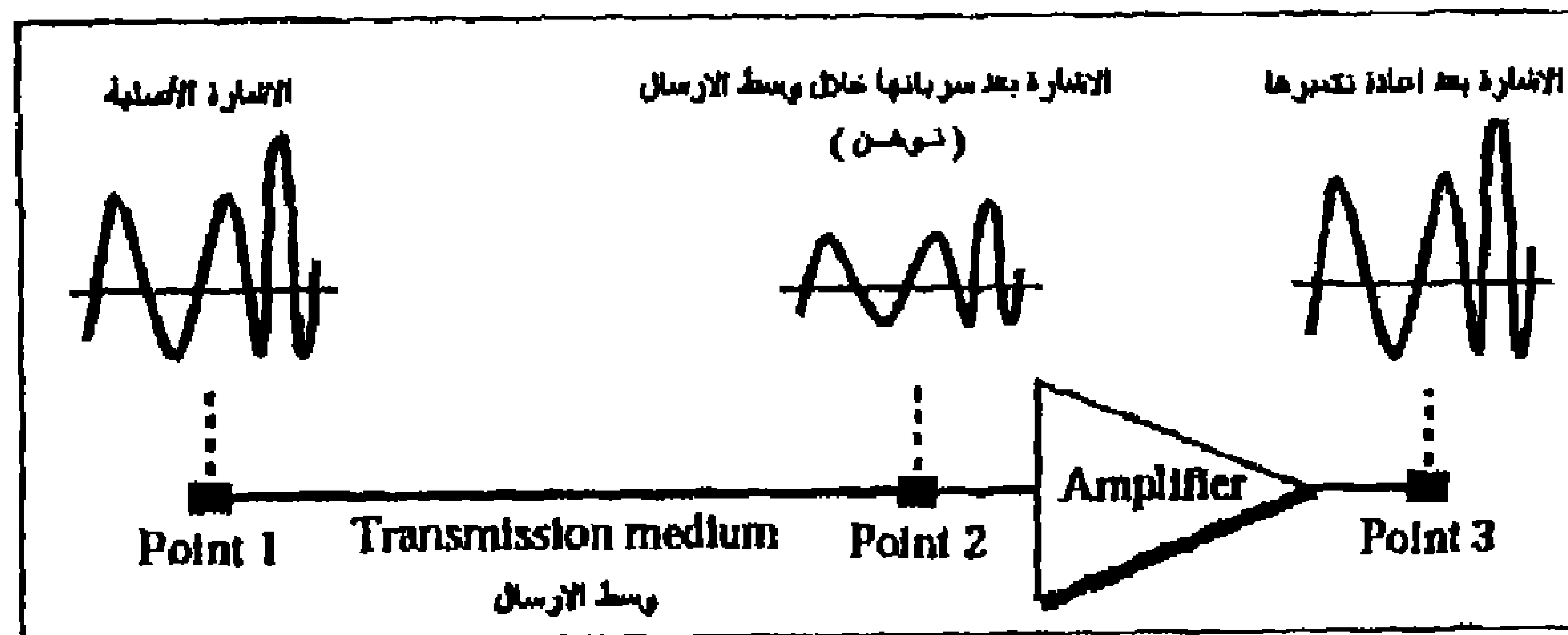
متلفات الإشارة تؤدي بصفة عامة إلى حدوث وهن (ضعف) لقدرة الإشارة أو تغير ملامح الإشارة . الشكل رقم 36 يوضح تلف الإشارة نتيجة سريانها خلال قنوات الإرسال.



شكل 36 : تلف الإشارة نتيجة سريانها خلال قنوات الإرسال.

a)التوهن (الضعف) Attenuation

التوهن أو الضعف (attenuation) هو ضعف شدة الإشارة نتيجة سريانها لمسافات طويلة خلال قناة الإرسال. في حالة قنوات الإرسال الموجهة (guided media) يزداد ضعف الإشارة بزيادة المسافة التي تقطعها الإشارة ويحدد بعدد الديسيبل لكل كيلو متر. في حالة قنوات الإرسال الغير لموجهه (unguided media) يكون ضعف الإشارة دالة في المسافة بالإضافة إلى العوامل الطبيعية والمناخية لوسط الإرسال اللآسلكى . يمكن التغلب على ضعف الإشارة بتكبيرها من خلال استخدام المكبرات (amplifiers) أو إعادتها إلى صورتها الأصلية من خلال استخدام repeaters. الشكل رقم 37 يوضح ضعف الإشارة خلال سريانها لمسافات طويلة خلال قناة الإرسال ثم تكبيرها للتغلب على الضعف الحادث بها



شكل 37 : ضعف الإشارة خلال سريانها لمسافات طويلة خلال قناة الإرسال ثم تكبيرها للتغلب على الضعف الحادث بها

يمكن حساب مقدار الضعف الحادث بالإشارة بواسطة المعادلة التالية:

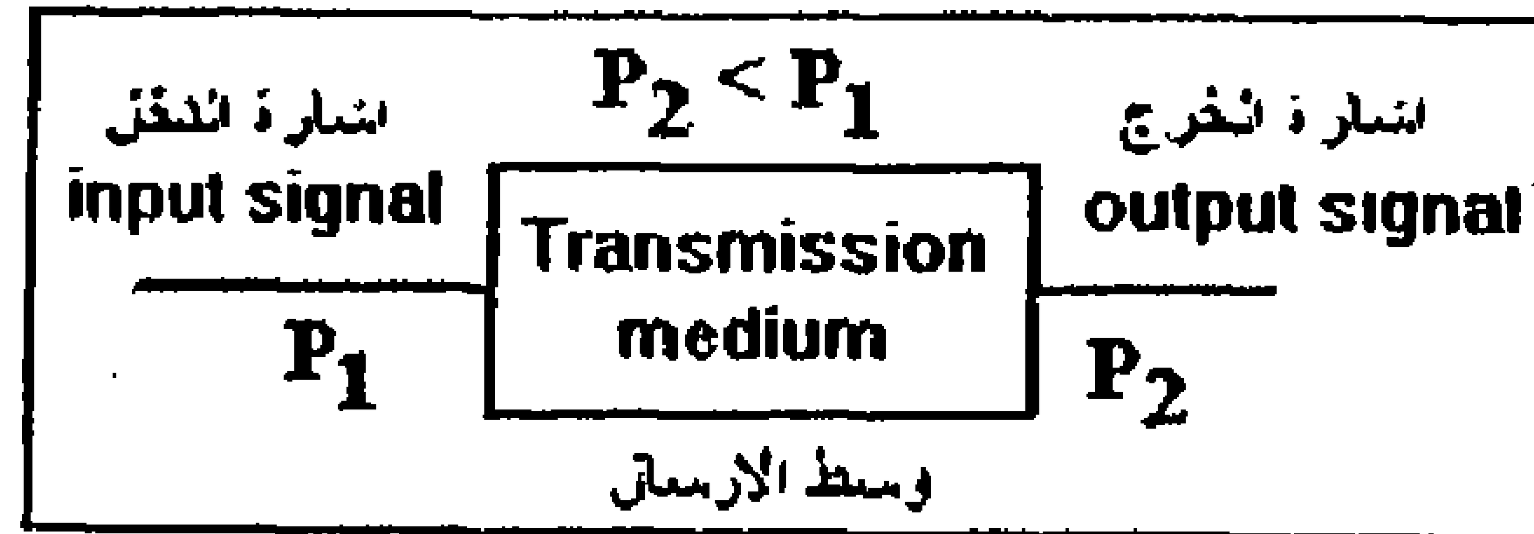
$$Attenuation\,(dB) = 10 * \log_{10}(\frac{P_2}{P_1})$$

حيث أن : P_1 ..... قدرة الاشارة المرسلة transmitted power

P_2 .... قدرة الاشارة المستقبلة received power

تقاس القدرة بالوحدة watt(W) ويقاس مقدار الضعف الحادث في الإشارة (attenuation) بوحدة الديسيبل (dB) وهي مصطلح رياضي يعبر عن نسبة قدرة إشارتان بالتقدير اللوغارتمي (logarithmic scale) .

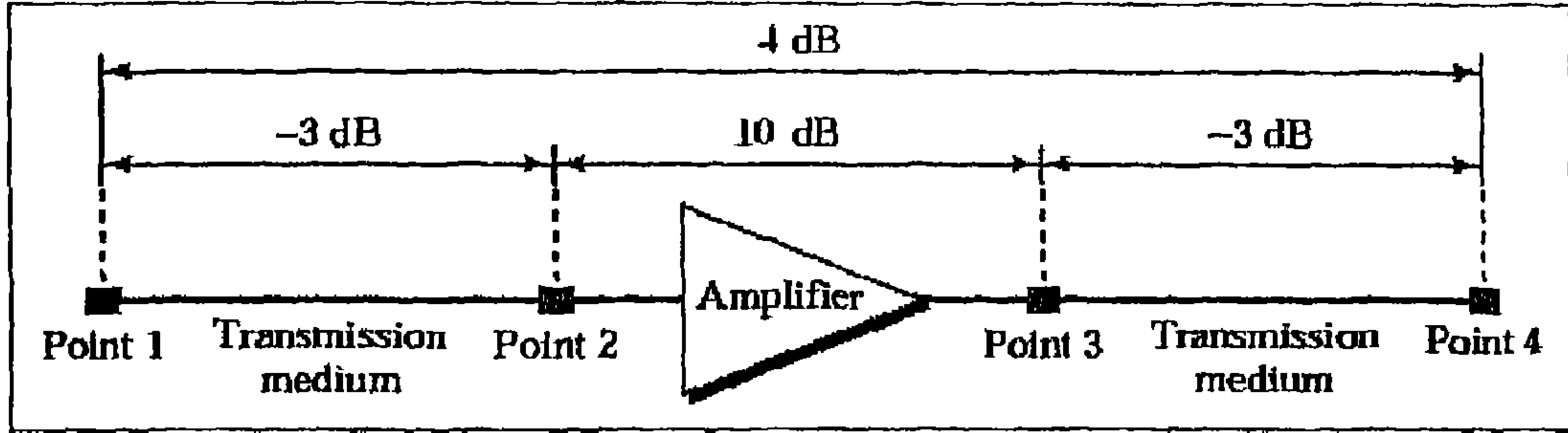
أحد الأسباب التي جعلت المتخصصين يستخدمون الديسيبل لقياس مقدار التغير في شدة الإشارة هو إمكانية استخدام عمليات الجمع والطرح عند دراسة طبيعة الإشارة عند أكثر من نقطتين داخل وسط الإرسال. الشكل رقم 38 يوضح تغير قدرة إشارة الدخل (P_1) عن قدرة إشارة الخرج (P_2) وذلك نتيجة ضعف الإشارة أثناء انتقالها لمسافات بعيدة خلال وسط الإرسال



شكل 38 : تغير قدرة إشارة الدخل (P1) عن قدرة إشارة الخرج (P2) نتيجة ضعف الإشارة أثناء انتقالها لمسافات بعيدة خلال وسط الإرسال

التكبير والتوهن Attenuation and amplification

تستخدم المكبرات في تكبير الإشارة المستقبلة وذلك لتعويض الضعف الحادث بها نتيجة سريانها لمسافات بعيدة خلال قناة الإرسال (الشكل رقم 39)



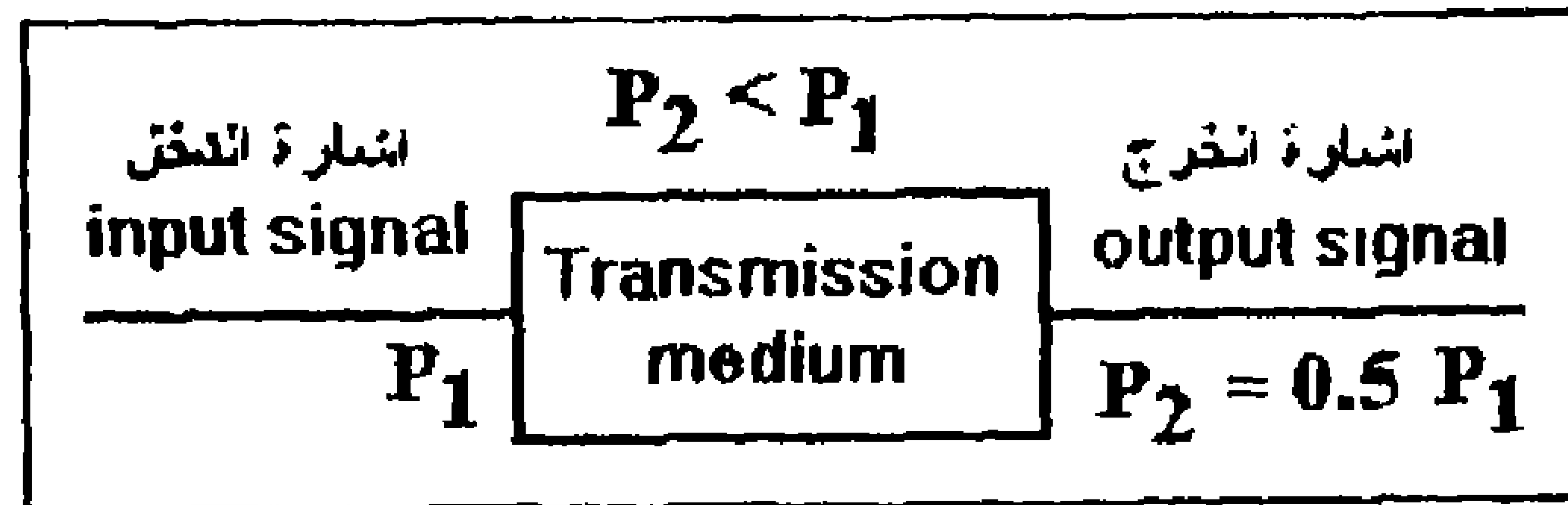
شكل 39 : استخدام المكبرات لتعويض الضعف

الحادث بها نتيجة سريانها لمسافات بعيدة خلال قناة الإرسال

في الشكل 39: بين النقطتان 1 و 2 يوجد ضعف في الإشارة (3- dB) نتيجة وسط الإرسال. بين النقطتان 2 و 3 يوجد تكبير (10 dB) نتيجة استخدام مكبر للإشارة . بين النقطتان 3 و 4 يوجد ضعف في الإشارة (3- dB) نتيجة وسط الإرسال . النظام الموضح في الشكل 39 بكاملة يعتبر نظام تكبير حيث أن قيمة الديسيبل الكلية تساوى (-3+10-3=4 dB) 1dB

مثال23 :

أثناء انتقال الإشارة خلال وسط الإرسال انخفضت قدرتها إلى النصف. أحسب مقدار الضعف (attenuation) معربا عنه بالديسيبل



الحل:

$$Attenuation\,(dB) = 10 * \log_{10}(\frac{P_2}{P_1}) = 10 * \log_{10}(0.5) = 10 * (-0.3) = -3dB$$

-3 dB يعني أن قدرة إشارة الخرج (output power) نصف قدرة إشارة الدخل (input power). الإشارة السالبة عند حساب معامل الضعف أو التكبير تدل على أن قدرة إشارة الخرج أقل من قدرة الدخل أي حدث اضمحلال للإشارة خلال وسط الإرسال والإشارة الموجبة تدل على أن قدرة الخرج أعلى من قدرة الدخل أي حدث تكبير للأشارة من خلال استخدام مكبرات

مثال24 :

عند استخدام مكبر للإشارة وجد أن قدرة إشارة الخرج عشرة أضعاف قدرة إشارة الدخل. أوجد قيمة معامل التكبير

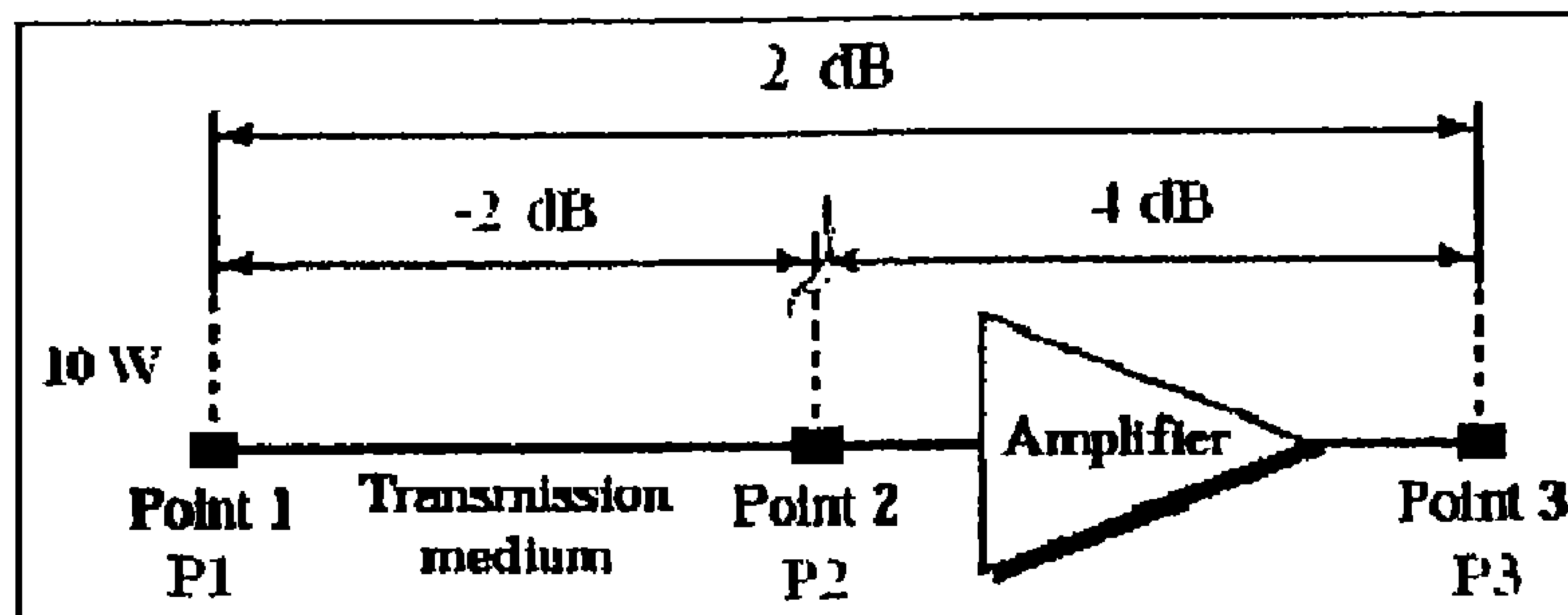
الحل:

$$Amplification\,(dB) = 10 * \log_{10}(\frac{P_2}{P_1}) = 10 * \log(10) = 10 * (1) = +10dB$$

مثال25 :

في نظام الإرسال التالي: القدرة عند النقطة 1 تساوي 10W . مقدار الوهن للوسط بين النقطة 1 و 2 يساوي 2 dB- . مقدار التكبير بين النقطة 2 و 3 يساوي 4 dB . احسب القدرة عند النقطة 2 و النقطة 3. احسب القدرة عند النقطة 3 باستخدام خاصية جمع الديسيبل

الحل:



At point 2 at point 3

$$-2\ dB = 10\log\frac{P_2}{P_1}$$

$$\log\frac{P_2}{P_1} = -0.2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \log^{-1}(-0.2) = 10^{-0.2} = 0.631$$

$$P_2 = 0.631*10 = 6.31\ W$$

$$4\ dB = 10\log\frac{P_3}{P_2}$$

$$\log\frac{P_3}{P_{12}} = 0.4$$

$$\frac{P_3}{P_2} = \log^{-1}(0.4) = 2.512$$

$$P_3 = 2.512*0.631 = 15.85\ W$$

Between point 1 and 3

$$2\ dB = 10\log\frac{P_3}{P_1}$$

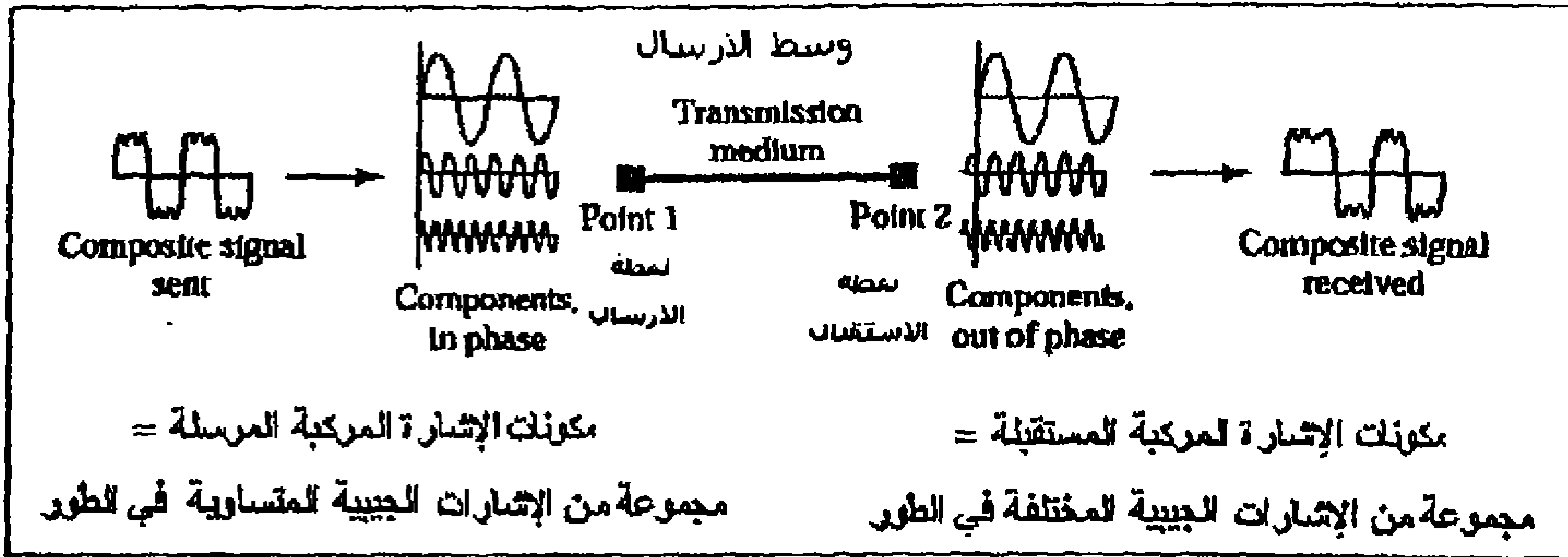
$$\log\frac{P_3}{P_{12}} = 0.2$$

$$\frac{P_3}{P_2} = \log^{-1}(0.2) = 1.58$$

$$P_3 = 1.58*10 = 15.85\ W$$

b) التشويه Distortion

من المعروف أن قنوات الإرسال لها مدى ترددي محدود (يسمح بعبور بعض الترددات فقط) ومن المعروف أيضا أن الإشارة الرقمية (digital signal) تحتوي على عدد لا نهائي من الموجات الجيبية وبالتالي عند عبور الإشارة الرقمية خلال قنوات الإرسال فان بعض المركبات يعبر خلال قناة الإرسال والبعض الآخر لا يعبر مما يؤدي إلى حدوث تغير في ملامح الإشارة المستقبلة (تشويه في الإشارة) . أثناء انتقال الإشارة خلال قنوات الإرسال يمكن أن يتغير طور بعض الإشارات الجيبية مما يؤدي أيضا إلى تغير ملامح الإشارة المستقبلة. الشكل 40 يوضح الفرق بين الإشارة المركبة قبل إرسالها في قناة الإرسال وبعد استقبالها من قناة الإرسال



شكل 40: تغير ملامح الإشارة نتيجة تغير طور

الإشارات الجيبية التي تحتويها الإشارة المركبة

c) الضوضاء Noise

بالإضافة إلى ما يحدث من ضعف وتشويه للإشارة فانه يوجد إشارات إضافية غير مرغوب فيها تضاف إلى الإشارة الأصلية. هذه الإشارات الغير مرغوب فيها تسمى ضوضاء (Noise). الإشارات الغير مرغوب فيها (noise) نوعان:

1) خارجية (external noise) نتيجة العوامل الخارجية في قنوات الإرسال
2) داخلية (internal noise) نتيجة السخونة الحادثة نتيجة سريان الإشارات خلال الأجهزة (تفاعل حركة الالكترونات مع المكونات الداخلية للأجهزة تسبب سخونة تؤدي إلى حدوث noise)

في القنوات ذات الضوضاء تكون الإشارة المستقبلة عبارة عن الإشارات الأصلية بالإضافة إلى إشارة الضوضاء

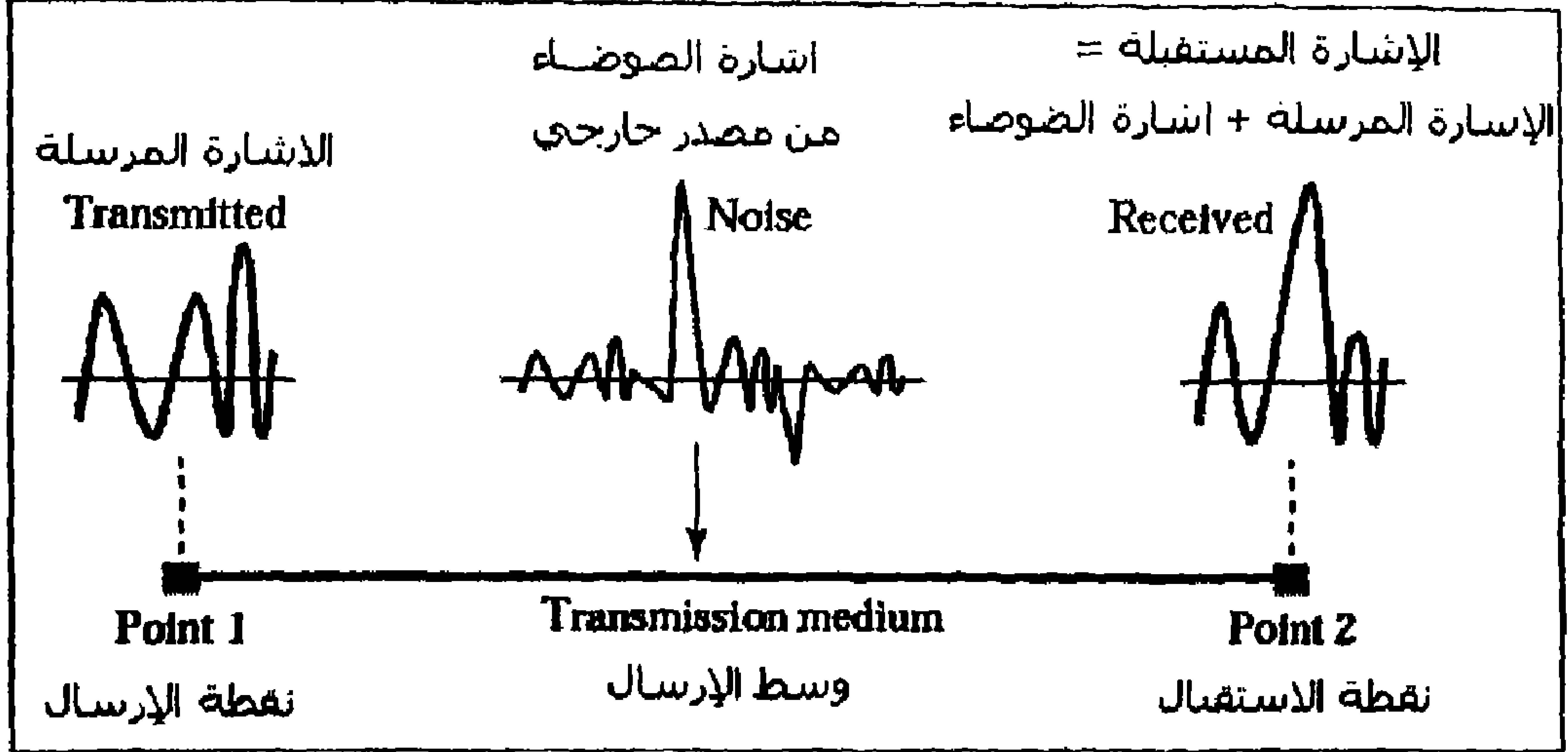
$$S_R(t) = S_T(t) + N(t)$$

حيث أن: $S_R(t)$ .... الإشارة المستقبلة the received signal

$S_T(t)$ .... الإشارة المرسلة the transmitted signal

$N(t)$ .... اشارة الضوضاء the noise signal

الشكل 41 يوضح عملية إضافة إشارات غير مرغوب فيها (noise) إلى الإشارة المرسلة والذي يؤدي إلى تغير شكل الإشارة المستقبلة مقارنة بالإشارة المرسلة



شكل 41: عملية إضافة إشارات غير مرغوب فيها (noise) إلى الإشارة المرسلة

EXERCISES

الجزء الأول: أختر العبارة الصحيحة

1) عملية نقل الإشارات تتم خلال قنوات اتصال سلكية (wire channels) منها :

a) Optical fiber cable
b) Microwave link
c) Laser link
d) Infra-red link

2) عملية نقل الإشارات تتم خلال قنوات اتصال لاسلكية منها :

a) Microwave link
b) Optical fiber cable
c) Coaxial cable
d) جميع ما سبق
e) لا شئ مما سبق

3) المرسل (transmitter) يقوم بعمل
a) تحويل الإشارات إلى بيانات
b) تحويل البيانات إلى إشارات
c) تحويل البيانات إلى موجات كهرومغناطيسية
d) جميع ما سبق
e) لا شئ مما سبق

4) Digital transmitter يقوم بتحويل :
a) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
b) البيانات المتصلة إلى إشارات رقمية
c) البيانات الرقمية إلى إشارات رقمية
d) البيانات المتصلة إلى إشارات متصلة

5) Modulator يقوم بتحويل :
a) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
b) البيانات المتصلة إلى إشارات رقمية
c) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
d) البيانات المتصلة إلى إشارات متصلة

6) Codec يقوم بتحويل :
a) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
b) البيانات المتصلة إلى إشارات رقمية
c) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
d) البيانات المتصلة إلى إشارات متصلة

7) Simplex transmission هو
a) سريان الإشارات في اتجاه واحد فقط
b) سريان الإشارات في اتجاهين بشرط ألا يكونا في نفس الوقت
c) سريان الإشارات في اتجاهين وفي نفس الوقت
d) لا شئ مما سبق
e) جميع ما سبق

8) Half duplex transmission هو
a) سريان الإشارات في اتجاه واحد فقط
b) سريان الإشارات في اتجاهين بشرط ألا يكونا في نفس الوقت
c) سريان الإشارات في اتجاهين وفي نفس الوقت
d) لا شئ مما سبق
e) جميع ما سبق

9) Full transmission هو
a) سريان الإشارات في اتجاه واحد فقط
b) سريان الإشارات في اتجاهين بشرط ألا يكونا في نفس الوقت
c) سريان الإشارات في اتجاهين في نفس الوقت
d) لا شئ مما سبق
e) جميع ما سبق

10)الاتصال بين Keyboard وجهاز الحاسب من النوع

a) Simplex
b) Half duplex
c) Full duplex
d) لا شئ مما سبق

11)الاتصال بين Modem وجهاز الحاسب من النوع

a) Simplex
b) Half duplex
c) Full duplex
d) لا شئ مما سبق

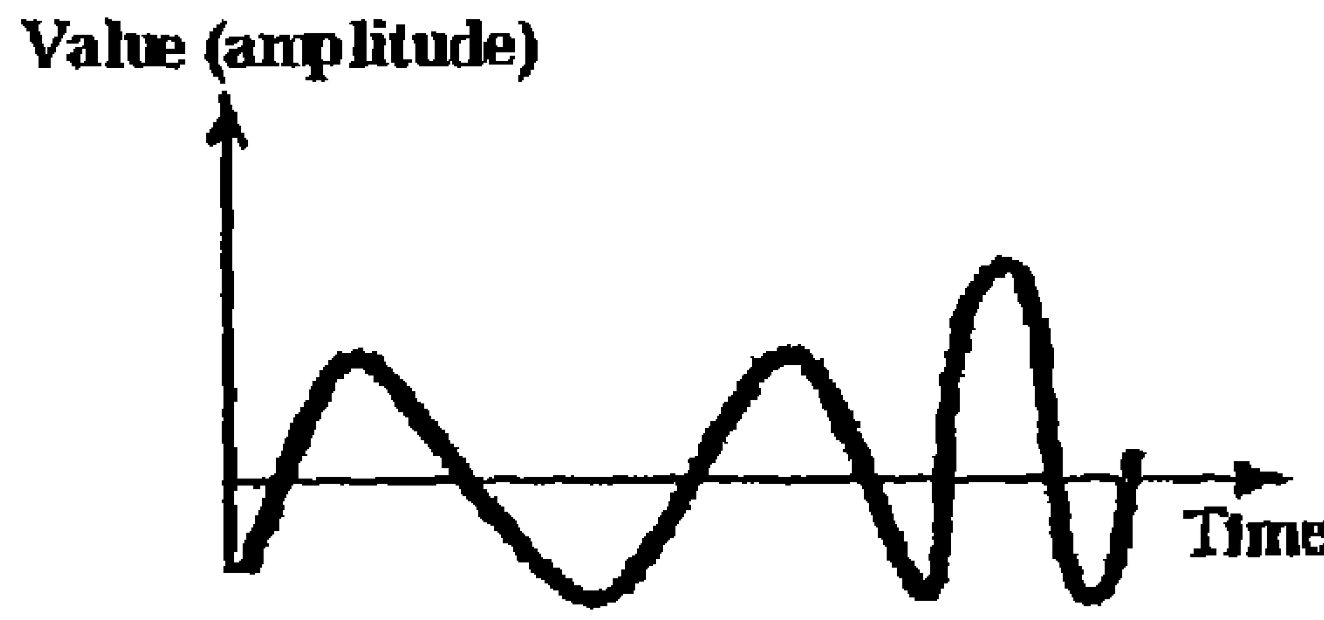
12) الإشارات المتصلة (Analog signals)

a) شدتها ثابتة
b) لها عدد لا نهائي من القيم
c) جميع ما سبق
d) لا شئ مما سبق

13) الإشارات الرقمية (Digital signals) :

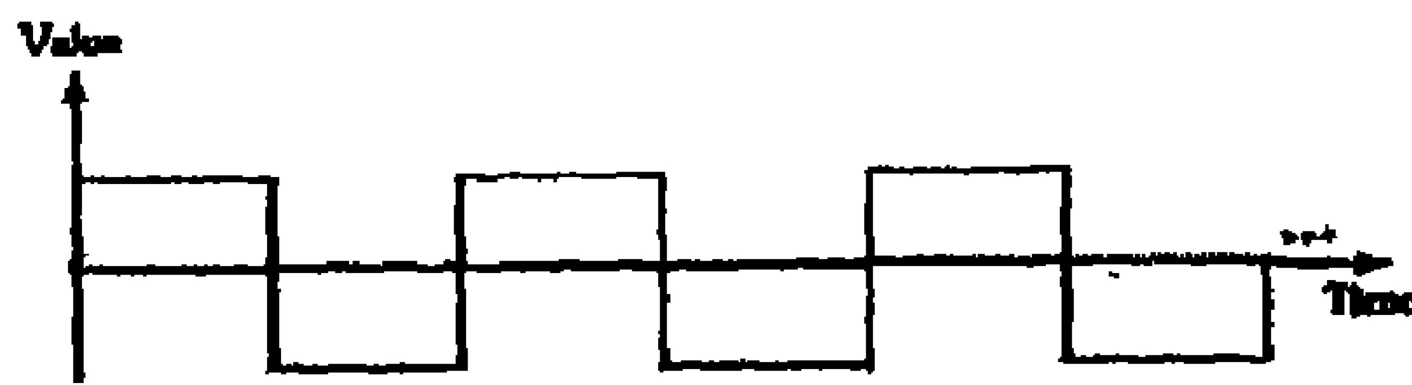
a) شدتها لها مستوى ثابت خلال فترة زمنية محددة
b) لها عدد محدود من القيم
c) جميع ما سبق
d) لا شئ مما سبق

14) الشكل التالي هو تمثيل



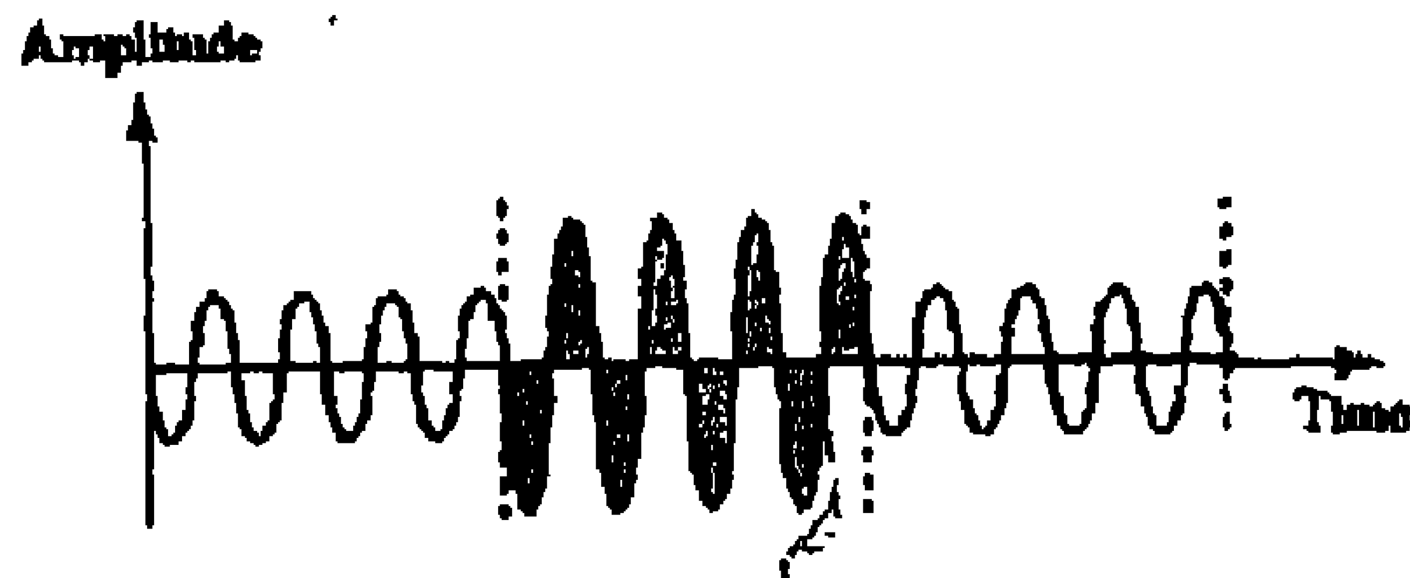
a) إشارة متصلة (Analog signal)
b) إشارة رقمية (Digital signal)
c) بيانات متصلة (Analog data)
d) بيانات رقمية (Digital data)

15)الشكل التالي هو تمثيل



a) إشارة متصلة (Analog signal)
b) إشارة رقمية (Digital signal)
c) بيانات متصلة (Analog data)
d) بيانات رقمية (Digital data)

16) الشكل التالي هو تمثيل



a) إشارة متصلة (Analog signal)
b) إشارة رقمية (Digital signal)
c) بيانات متصلة (Analog data)
d) بيانات رقمية (Digital data)

17) القيمة لتالية (1 1 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1) تمثيل

a) إشارة متصلة (Analog signal)

b) إشارة رقمية (Digital signal)

c) بيانات متصلة (Analog data)

d) بيانات رقمية (Digital data)

18) المعادلة $S(t) = A\sin(2\Pi F t + \varphi)$ تمثيل لإشارة متصلة جيبيه

a) تمثيل لإشارة رقمية

b) تمثيل لبيانات رقمية

c) جميع ما سبق

d) لا شئ مما سبق

19) المتغير A في المعادلة $S(t) = A\sin(2\Pi F t + \varphi)$ يمثل

a) Amplitude

b) Phase

c) Frequency

d) لا شئ مما سبق

20) المتغير F في المعادلة $S(t) = A\sin(2\Pi F t + \varphi)$ يمثل

a) Amplitude

b) Phase

c) Frequency

d) لا شئ مما سبق

21) المتغير φ في المعادلة $S(t) = A\sin(2\Pi F t + \varphi)$ يمثل

a) Amplitude

b) Phase

c) Frequency

d) لا شئ مما سبق

22) Sec هو وحدة قياس

a) Period

b) Frequency

c) Amplitude

d) Phase

e) لا شئ مما سبق

23) Hz (Hertz) هو وحدة قياس

a) Period

b) Frequency

c) Amplitude

d) Phase

e) لا شئ مما سبق

24) degree هو وحدة قياس

a) Period

b) Frequency

c) Amplitude

d) Phase

e) لا شئ مما سبق

25) الإشارات الدورية (Periodic signal)

a) تتكرر دورتها خلال فترات زمنية متساوية

b) لا تتكرر دورتها

c) تتكرر دورتها خلال فترات غير متساوية

d) لا شئ مما سبق

e) جميع ما سبق

26) المعادلة $S(t) = S(t+T)$ هي

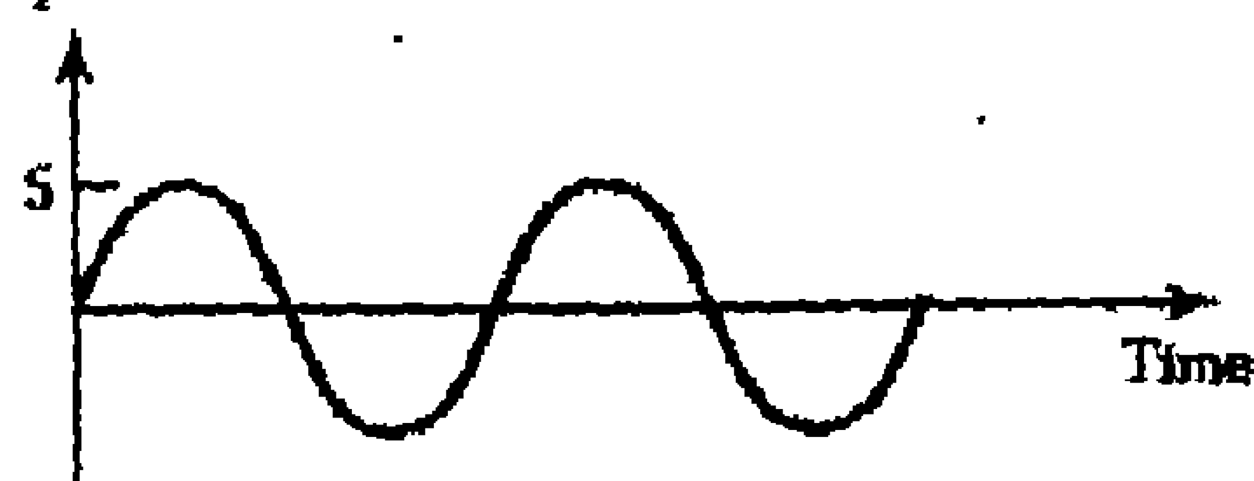
a) تمثيل رياضي لإشارة دورية

b) تمثيل رياضي لإشارة غير دورية

c) تمثيل رياضي لإشارة متصلة

d) تمثيل رياضي لإشارة رقمية

27) الشكل التالي هو



a) إشارة متصلة دورية

b) إشارة متصلة غير دورية

c) إشارة رقمية دورية

d) إشارة رقمية غير دورية

e) لا شئ مما سبق

28) الشكل التالي هو



a) إشارة متصلة دورية

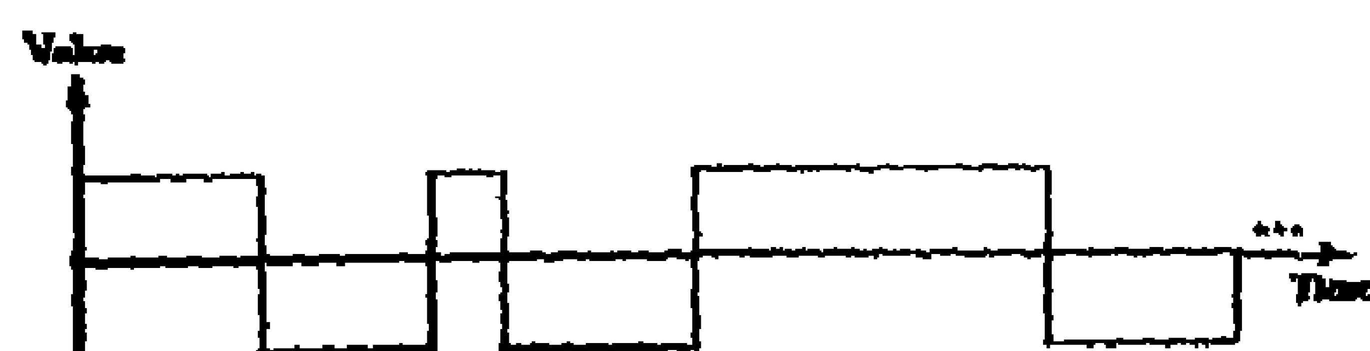
b) إشارة متصلة غير دورية

c) إشارة رقمية دورية

d) إشارة رقمية غير دورية

e) لا شئ مما سبق

29) الشكل التالي هو



a) أشارة متصلة دورية

b) إشارة متصلة غير دورية

c) إشارة رقمية دورية

d) إشارة رقمية غير دورية

e) لا شئ مما سبق

30) volt هو وحدة قياس

a) Period

b) Frequency

c) Amplitude

d) Phase

e) لا شئ مما سبق

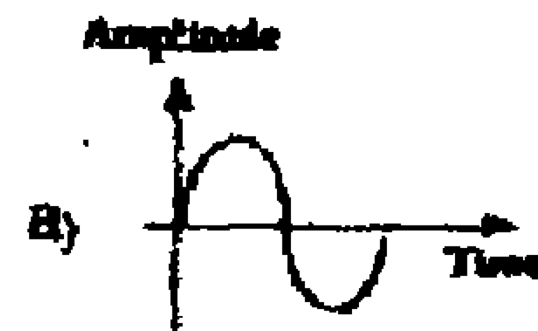
31) Frequency هو

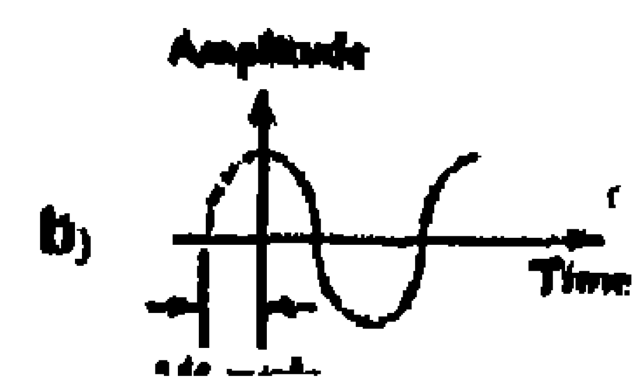
a) عدد الذبذبات في الثانية الواحدة
b) مقلوب الزمن الدوري
c) مقلوب الفترة الزمنية لدورة كاملة
d) كل ما سبق
e) لا شئ مما سبق

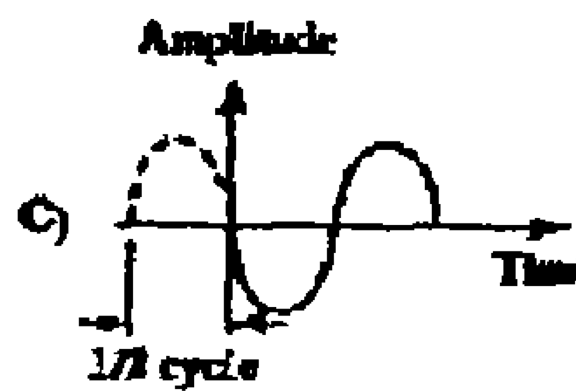
32) Period هو

a) زمن دورة كاملة
b) مقلوب التركاملة التيد الذبذبات في الثانية الواحدة
c) كل ما سبق
d) لا شئ مما سبق

33) أي من الإشارات التالية لها phase = 180^0







d) لا شئ مما سبق

34) يعرف الطول الموجي (wavelength) للإشارة بأنه

a) مسافة دورة كاملة للإشارة
b) المسافة بين نقطتان لهما نفس الطور خلال دورتان متعاقبتان
c) خارج قسمة سرعة انتشار الموجات على تردد الإشارة
d) لا شي مما سبق
e) جميع ما سبق

35) فترة الإشارة (duration) هي

a) الفترة الزمنية لدورة كاملة
b) فترة سريان الإشارة خلال قنوات الاتصال
c) الفترة الزمنية خلال دورة كاملة التي تكون عندها شدة الإشارة تساوي قيمة ثابتة
d) لا شي مما سبق
e) جميع ما سبق

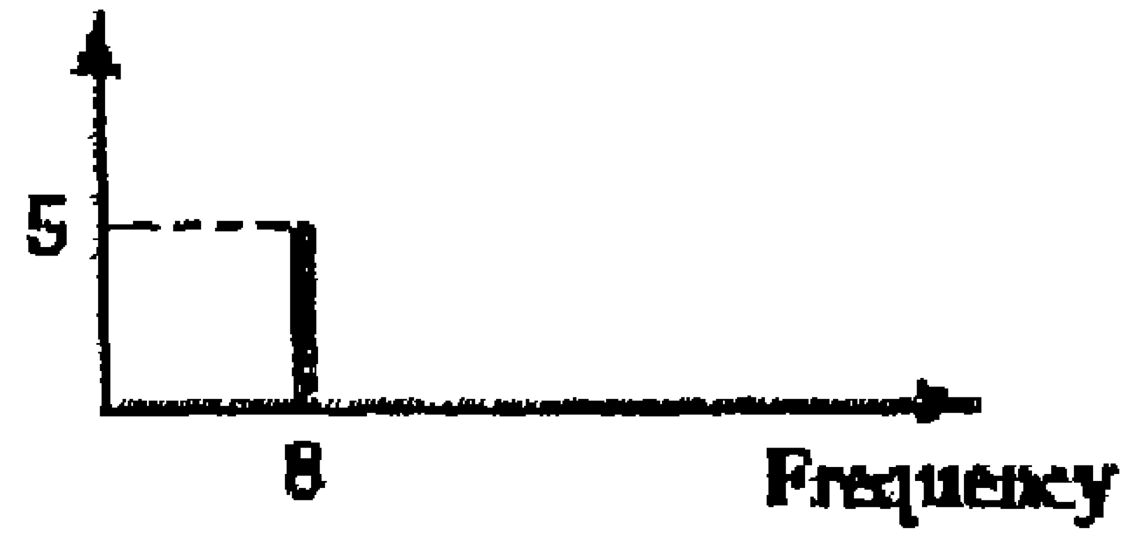
36) الدورة الكاملة بالتقدير الستيني تساوي

a) 360^0
b) 180^0
c) 90^0
d) 270^0

37) الدورة الكاملة بالتقدير الدائري

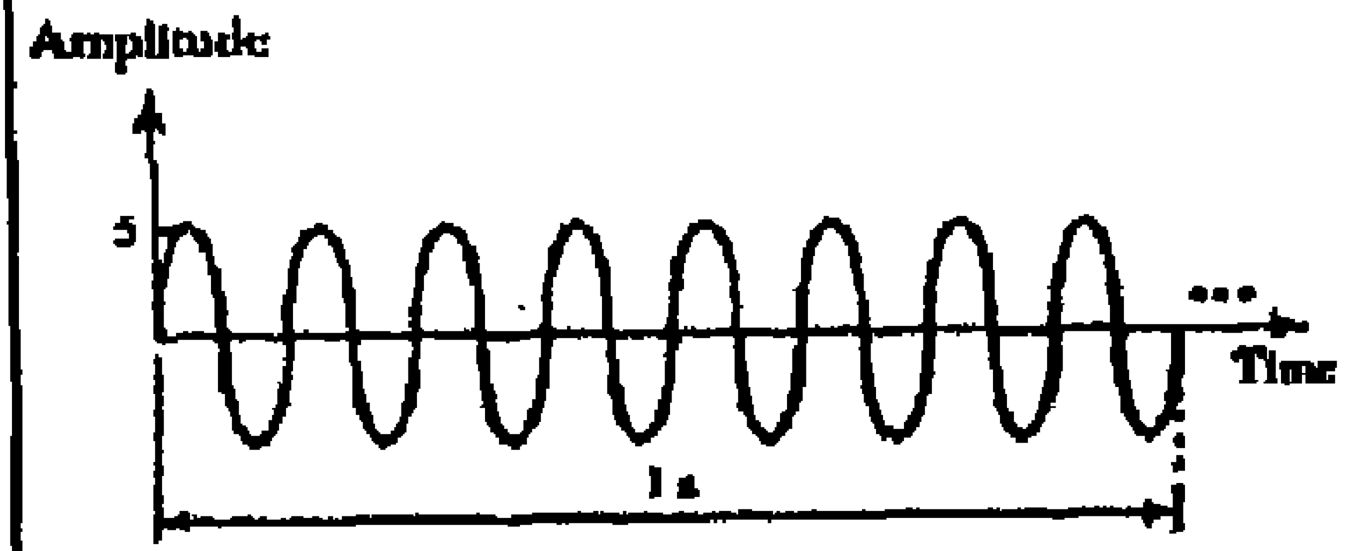
a) Π
b) 2Π
c) $\Pi / 2$
d) $\Pi/4$

38) الشكل التالي يمثل شكل الإشارة في النطاق



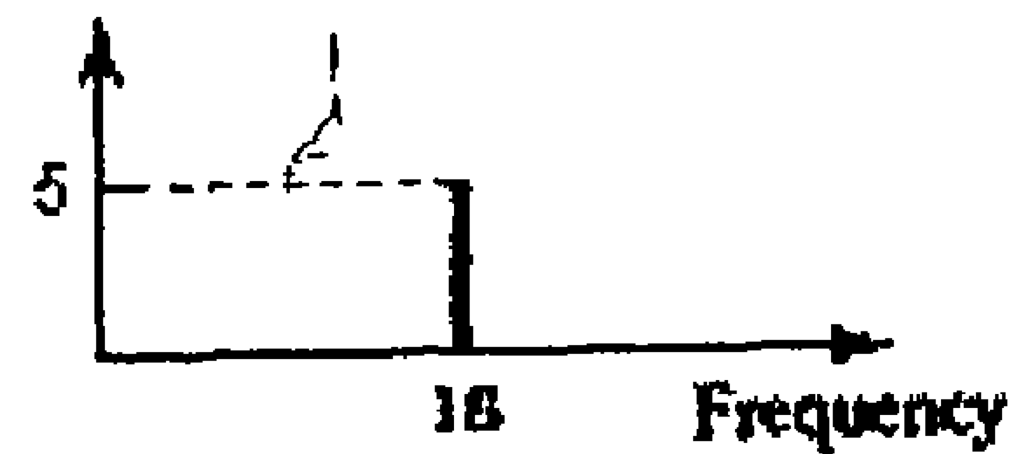
a) الزمني
b) الترددي
c) الاثنان معا
d) لا شئ مما سبق

39) الشكل التالي يمثل شكلا الإشارة في النطاق

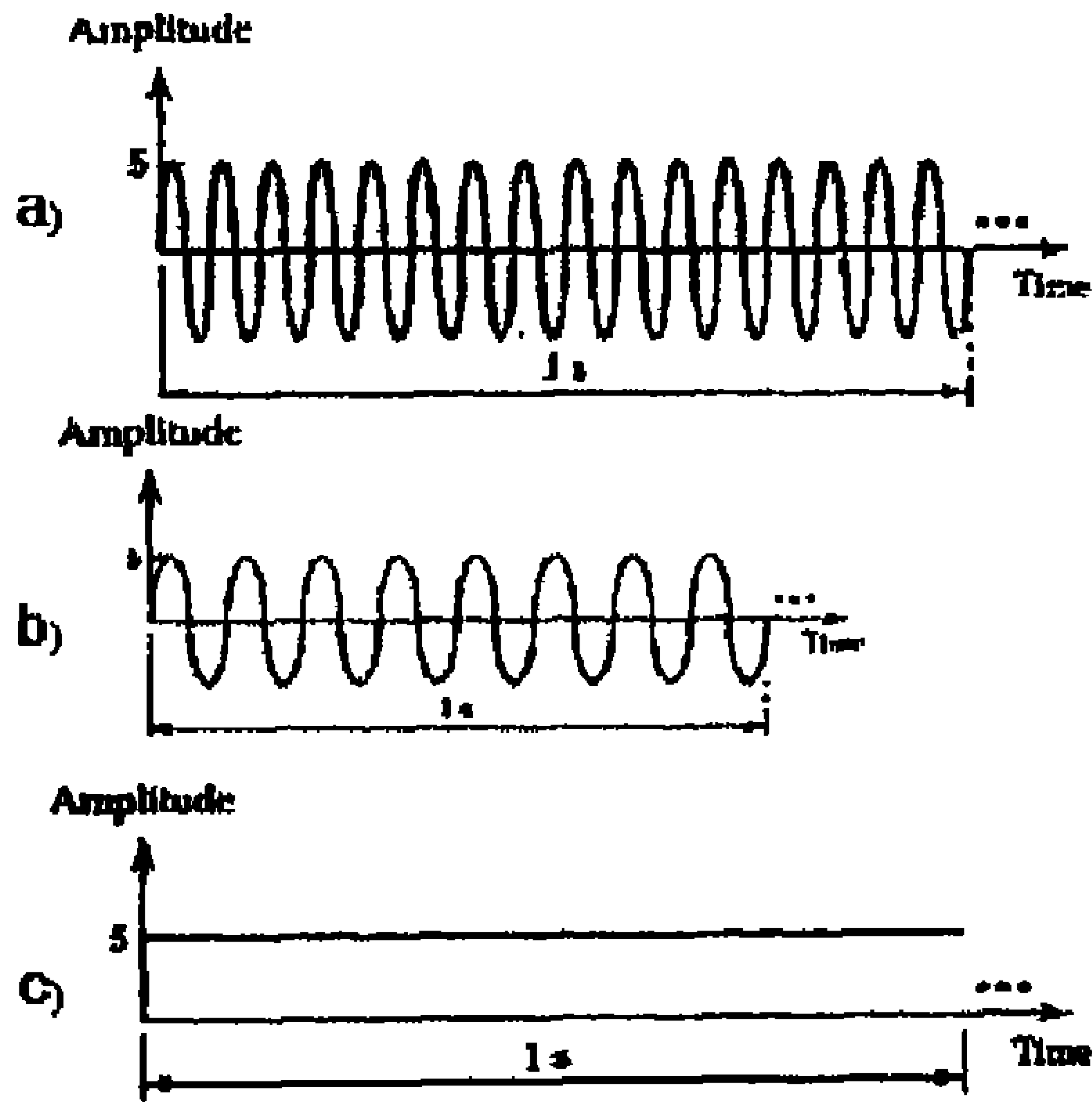


a) الزمني
b) الترددي
c) الاثنان معا
d) لا شئ مما سبق

40) الشكل التالي

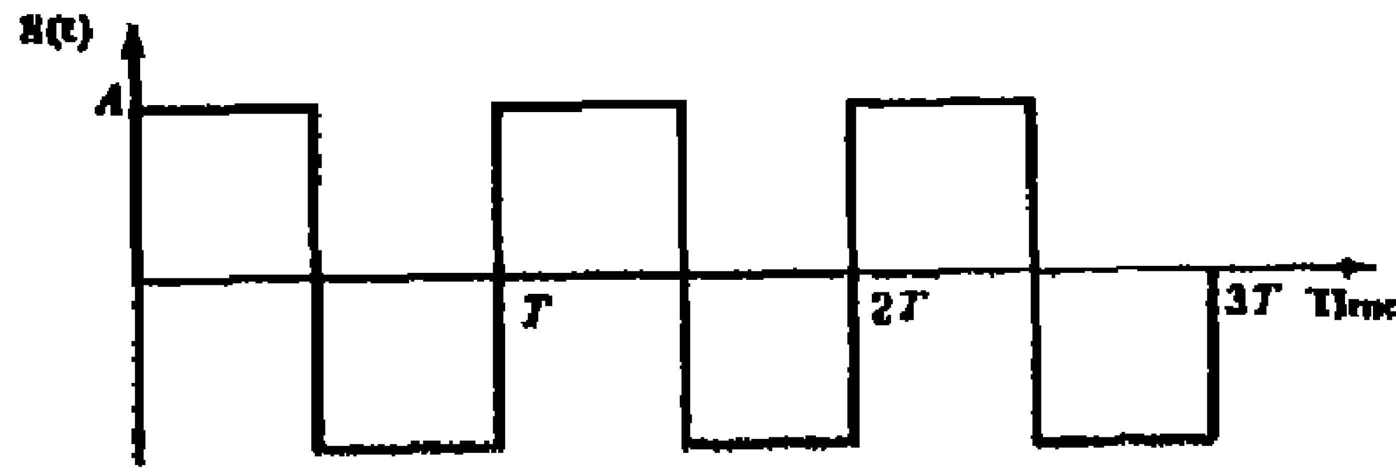


يمثل الطيف لأحد الإشارات التالية



d) لا شئ مما سبق

41) الإشارة المربعة (square signal) التالية تحتوي على



a) عدد لا نهائي من الموجات الجيبية
b) عدد محدود من الموجات الجيبية
c) تحتوي على ثلاث موجات جيبيه
d) لا شئ مما سبق

42) المدى الترددي للإشارة (signal bandwidth) هو :

a) حيز الترددات الموجودة داخل الإشارة
b) الفرق بين أعلى تردد وأقل تردد لموجات جيبيه داخل الإشارة
c) عرض طيف الإشارة

d) لا شئ مما سبق

e) جميع ما سبق

43) المدى الترددي لقناة الاتصال (channel bandwidth) هو :

a) حيز الترددات الموجودة داخل الإشارة

b) الفرق بين أعلى تردد وأقل تردد لموجات جيبيه يمكن أن تمر خلال القناة

c) أقصى تردد لموجة جيبيه داخل الإشارة

d) عدد الإشارات التي تمر خلال القناة

e) لا شئ مما سبق

44) إمرار حيز محدود من الترددات

a) Low-pass filter

b) High-pass filter

c) Band-pass filter

d) Band-stop filter

45) حجب حيز محدود من الترددات

a) Low-pass filter

b) High-pass filter

c) Band-pass filter

d) Band-stop filter

46) إمرار الترددات الصغيرة فقط

a) Low-pass filter

b) High-pass filter

c) Band-pass filter

d) Band-stop filter

47) إمرار الترددات الكبيرة فقط

a) Low-pass filter

b) High-pass filter

c) Band-pass filter

d) Band-stop filter

48) تستخدم معادلة Nyquist لحساب bit-rate في حالة

a) Noisy channel

b) Noiseless channel

c) الاثنين معا

d) لا شئ مما سبق

49) تستخدم معادلة Shannon لحساب bit-rate في حالة

a) Noisy channel

b) Noiseless channel

c) الاثنين معا

d) لا شئ مما سبق

50) Bit-rate هو

a) عدد البتات في الثانية الواحدة

b) مقلوب فترة البت

c) الاثنين معا

d) لا شئ مما سبق

51) Bit-interval هو

a) bit rate مقلوب

b) الفترة الزمنية لبت واحد

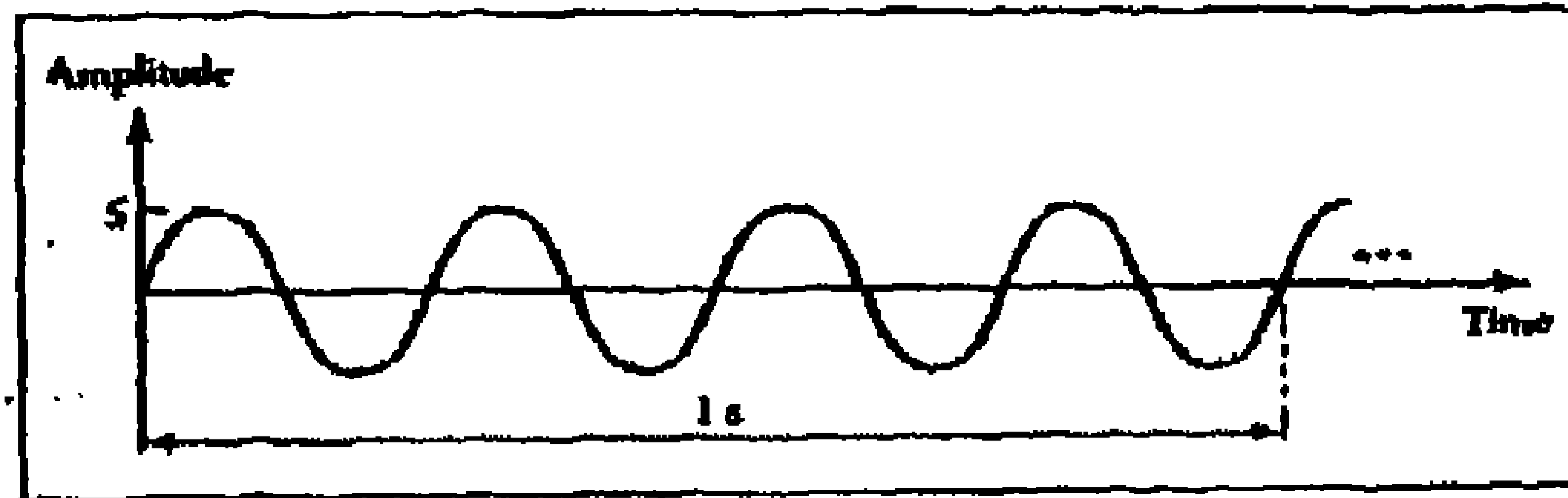
c) الاثنين معا

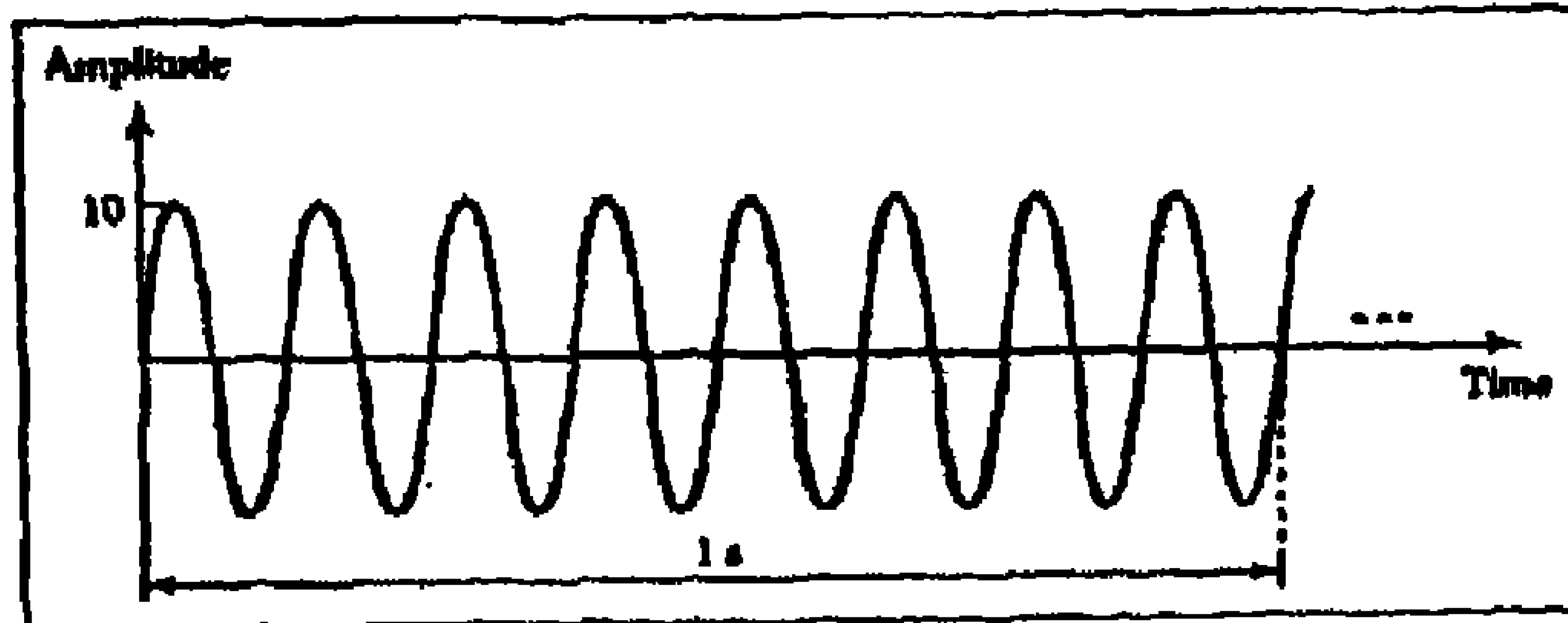
d) لا شـــــئ ممـــــا ســـــبق

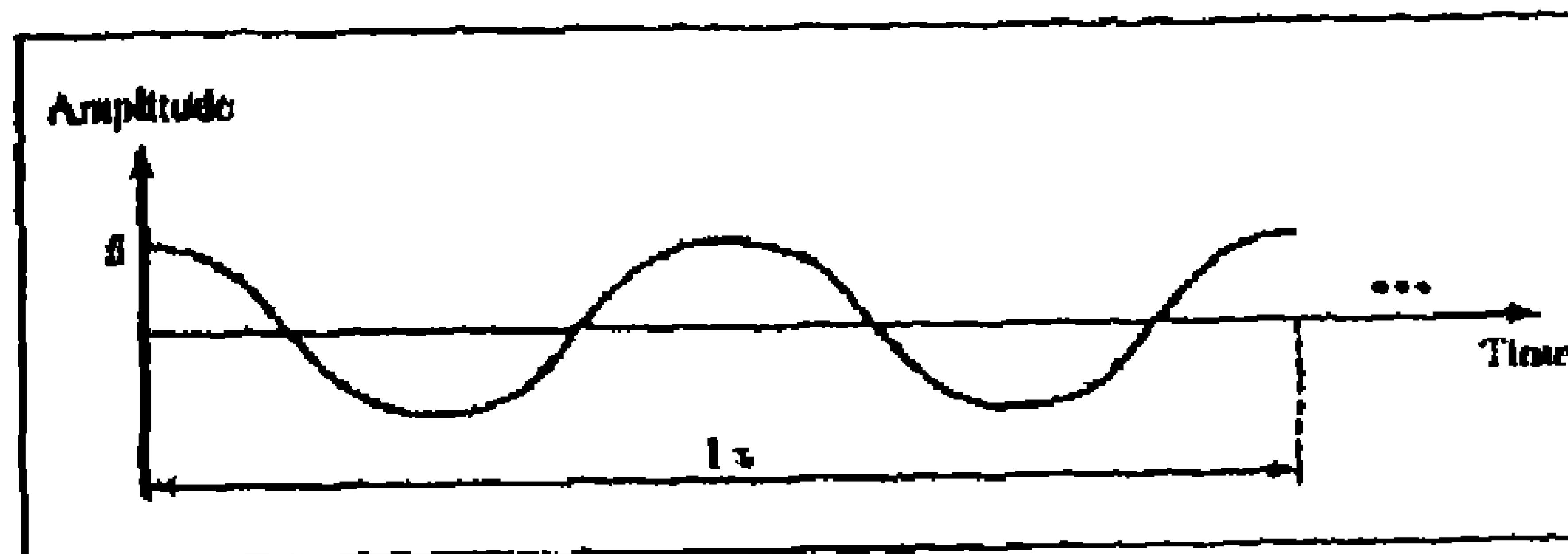
الجزء الثاني

52) أوجد قيمة كل من A(amplitude), F (Frequency) and φ (Phase) للإشارات التالية

مع كتابة التمثيل الرياضي لكل إشارة







53) أذكر بالرسم أنواع مرشحات الإشارة (Signal filters)

الجزء الثالث :

54) أكتب (باللغة الإنجليزية) مصطلح العبارات التالية

a) زمن دورة كاملة

b) عدد الدورات (الذبذبات) في الثانية الواحدة

c) خارج قسمة المسافة التي تقطعها الإشارة على سرعة انتشار الإشارة

d) الفترة الزمنية التي عندها شدة الإشارة تساوي قيمة موجبه

e) مسافة دورة كاملة

f) مقياس البداية النسبية للإشارة في أول الفترة

g) أعلى قيمة (شدة) للإشارة

h) عدد المعلومات المرسلة في الثانية الواحدة

i) عدد البتات في الثانية الواحدة

j) ضعف الإشارة نتيجة سريانها خلال قنوات الاتصال

k) خلل في شكل الإشارة نتيجة عدم عبور بعض مركبات الإشارة خلال قناة الإشارة

l) خلل في شكل الشارة نتيجة إضافة إشارات خارجية أو داخلية غير مرعوب فيها

الجزء الرابع:

55) عرف ما يلي :

a) Attenuation
b) Noise
c) Data rate
d) Distortion
e) Baud rate
f) Signal Bandwidth
g) Channel bandwidth
h) Spectrum
i) Frequency and time domains
j) Period
k) Frequency
l) Amplitude
m) Phase
n) Periodic and non-periodic signals
o) Analog and digital signals

51)نظام إرسال يتم فحص قدرة الإشارة فيه عند ثلاث نقاط (1, 2, and 3). إذا علمت أن قدرة الإشارة عند النقطة رقم 1 تساوي 10 W ومعامل الوهن (attenuation factor) بين النقطة 1 and 2 يساوي 5- dB ومعامل التكبير (amplification factor) بين النقطة 2 and 3 يساوي 10 dB أوجد التالي:

a) القدرة عند النقطتان 2 and 3

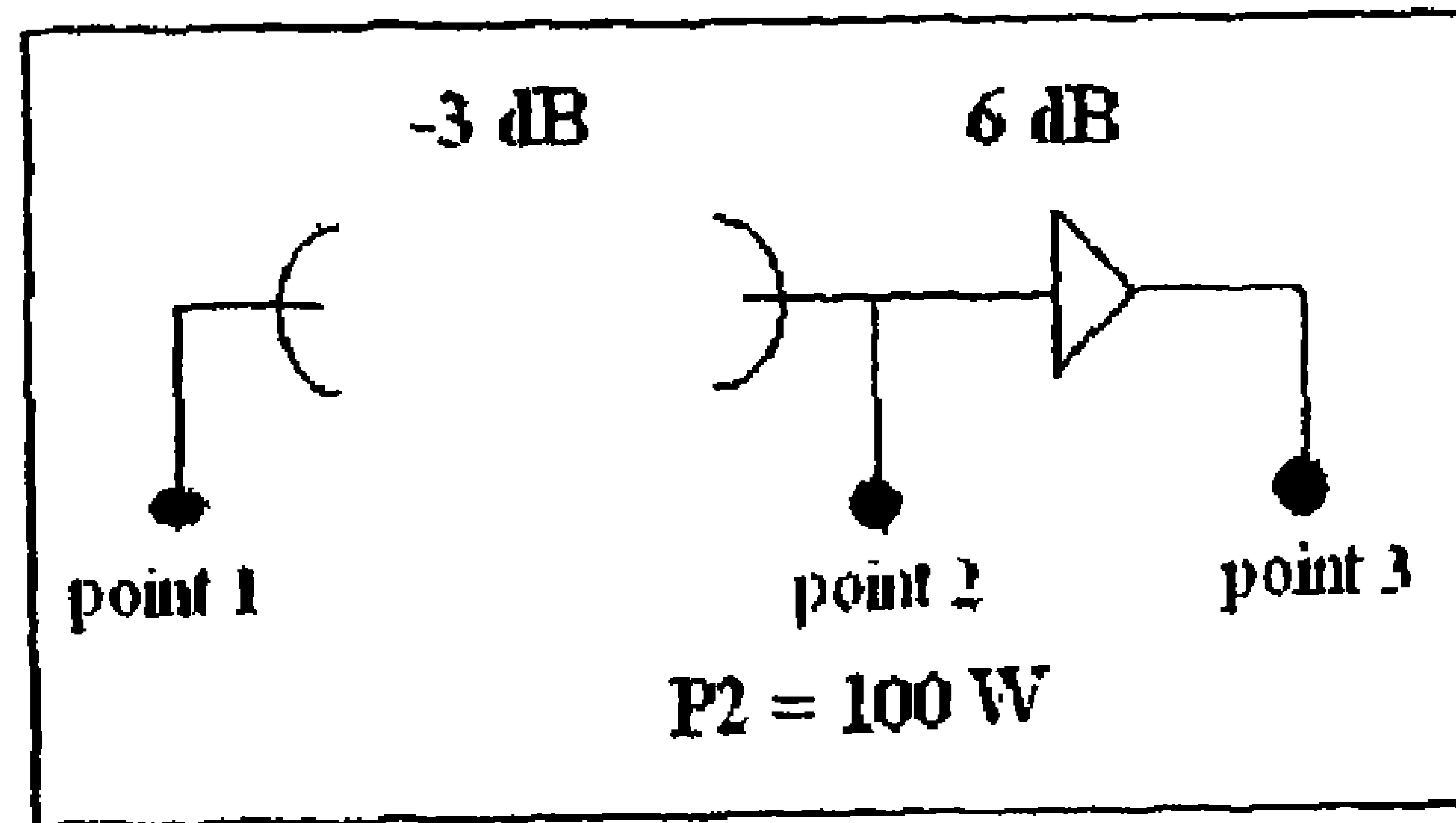
b) احسب القدرة عند النقطة 3 من خلال معرفة أن مقدار تكبير النظام (system amplification) يساوي 2 dB

52)نظام إرسال يتم فحص قدرة الإشارة فيه عند ثلاث نقاط (1, 2, and 3). إذا علمت أن قدرة الإشارة عند النقطة رقم 2 تساوي 20 W ومعامل الوهن (attenuation factor) بين النقطة 1 and 2 يساوي 5- dB ومعامل التكبير (amplification factor) بين النقطة 2 and 3 يساوي 3 dB أوجد التالي

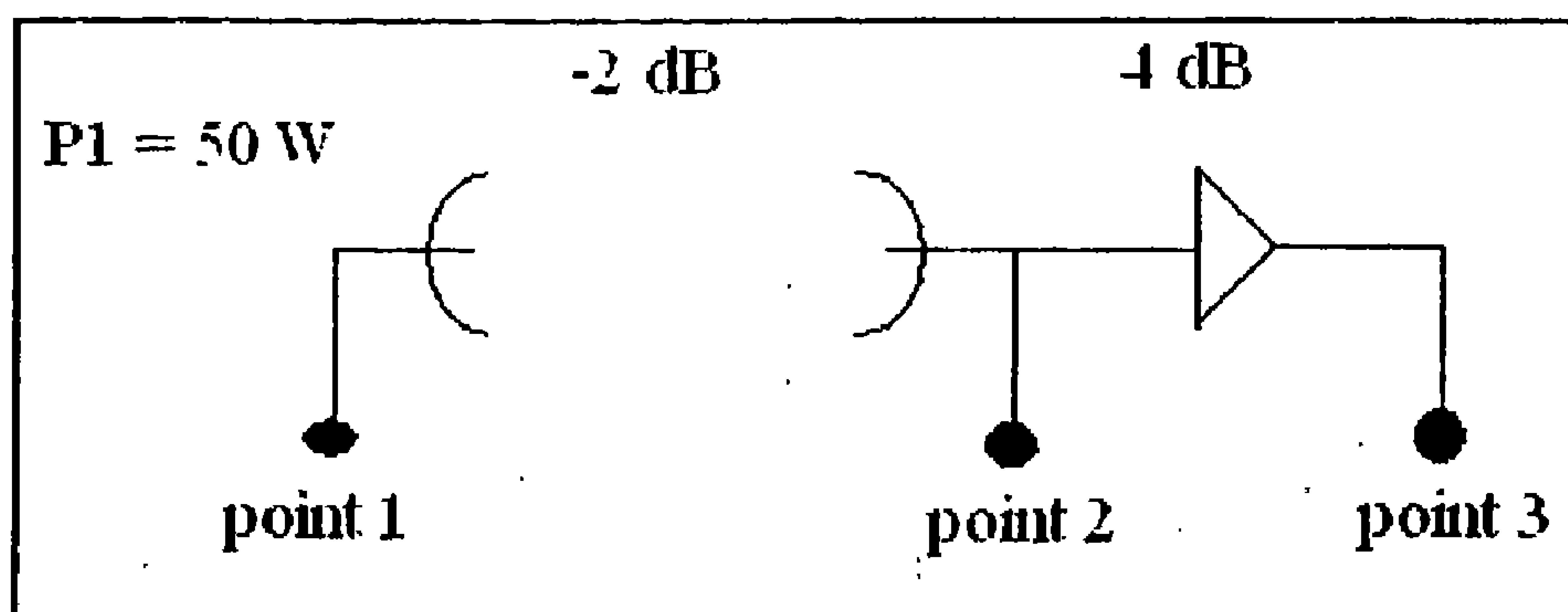
a) القدرة عند النقطتان 1 and 3

b) حدد طبيعة النظام (تكبير أم توهن amplification or attenuation)

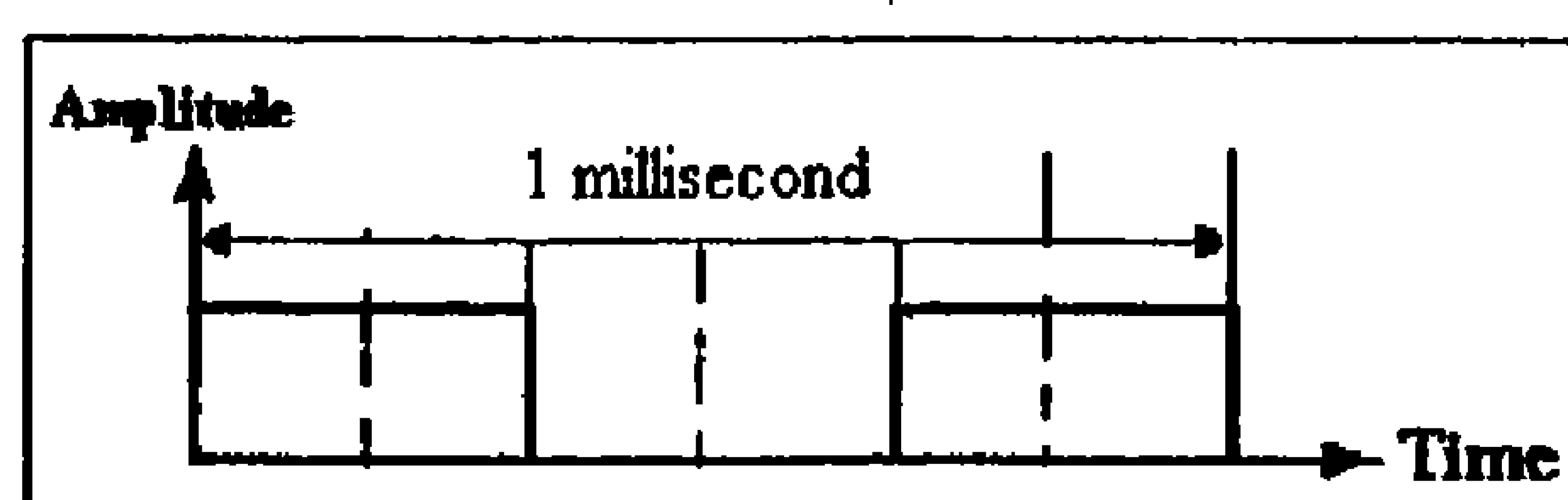
53)احسب القدرة عند النقطتين 1 ، 3 إذا علمت ان القدرة عند النقطة 2 هي 100W .
حدد طبيعة النظام



54)احسب القدرة عند النقطتين 2 ، 3 إذا علمت ا، القدرة عند النقطة 1 هو 50 وات .
حدد طبيعة النظام



55) احسب قيمة bit rate للأشارة التالية



الفصل الثاني
تقنيات تشفير الإشارات الرقمية والمتصلة
ENCODING TECHNOQUES FOR DIGITAL AND ANALOG SIGNALS

2.1) مقدمة

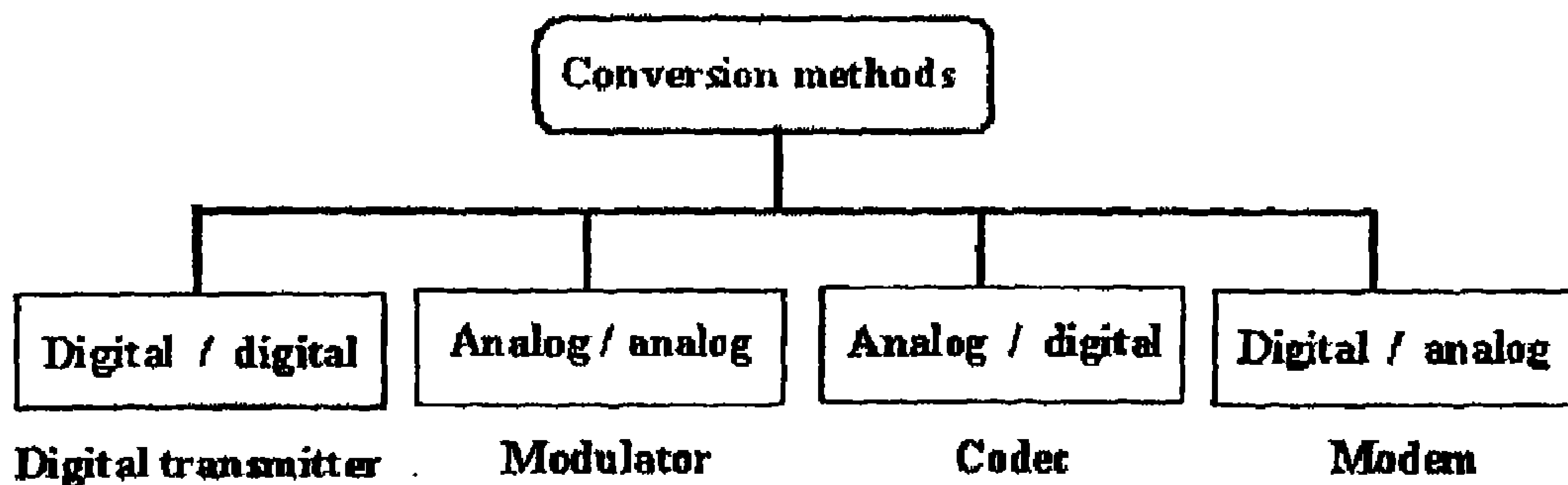
البيانات المراد إرسالها من مكان إلى مكان آخر يجب أن تتحول إلى إشارات قبل إرسالها خلال قنوات الإرسال. تحويل البيانات إلى إشارات يعتمد على شكل البيانات الأصلية (digital or analog) بالإضافة إلى نوع وسط الإرسال. البيانات المخزنة داخل جهاز الحاسب تكون في شكل بيانات رقمية (digital data) تتكون من (0's or 1's) .

لنقل هذه البيانات الرقمية من مكان إلى آخر عبر وسط الإرسال يجب تحويلها إلى إشارات رقمية (digital signal) أو إشارات متصلة (analog data)

التقنية المستخدمة في تحويل البيانات إلى إشارات تسمى encoding. تستخدم أجهزة متعددة لتحويل البيانات إلى إشارات. يمكن تقسيم هذه الأجهزة تبعا لنوع البيانات (digital or analog data) ونوع الإشارة (digital or analog signal) إلى:

a) Modem
b) Modulator
c) Digital transmitter
d) Codec

وقد تم تعريف هذه الأجهزة واستخداماتها في تحويل البيانات إلى إشارات في الفصل الأول. الشكل رقم 1 يوضح الأجهزة المستخدمة في تحويل البيانات إلى إشارات ونوع الجهاز المستخدم في كل حالة



شكل 1: الأجهزة المستخدمة في تحويل البيانات إلى إشارات

2.2) خصائص الإشارات والتشفير

CHARACTERISTICS OF SIGNALS AND ENCODING

تحدثنا في الفصل الأول عن عوامل الإشارة (signal parameters) المختلفة مثل (amplitude, frequency, phase, duration, wavelength, and propagation speed of the signal).

في الجزء التالي سنتناول بعض خصائص الإشارات مثل عدد مستويات الإشارة (signal levels) والمركبة المستمرة للإشارة (DC component)

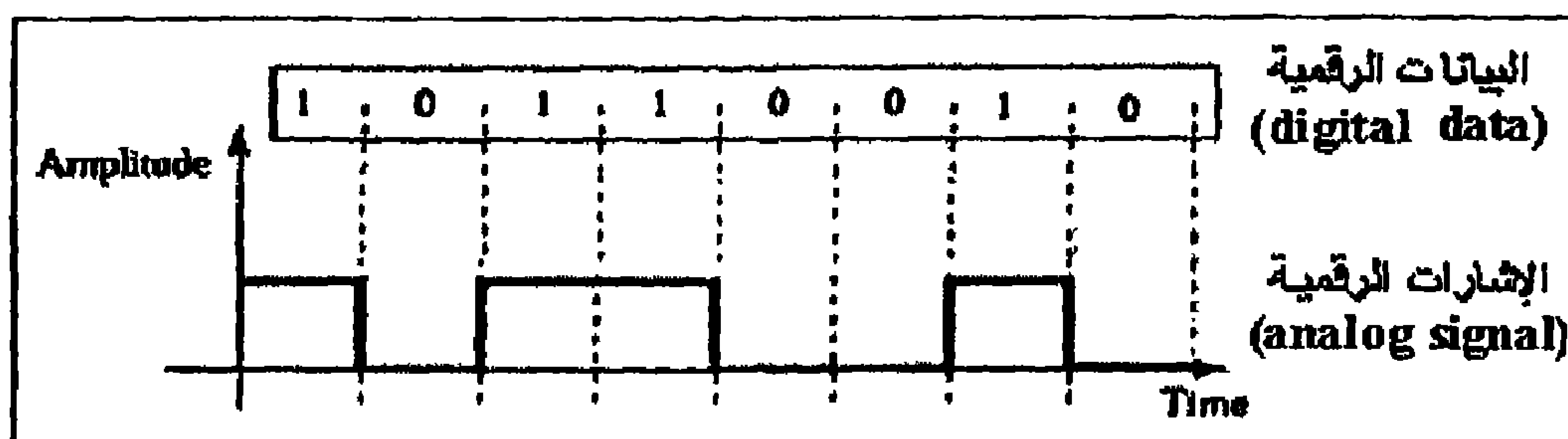
2.2.1) مستوى الإشارة ومستوى البيانات Signal level versus data level

البيانات الرقمية (digital data) لها قيمتان (0 or 1) والإشارات الرقمية (digital signal) يمكن أن يكون لها عدة مستويات سنخص بالذكر هنا الإشارات ذو المستويان (جهد صفري و جهد موجب) والإشارات ذو الثلاث مستويات (جهد سالب و جهد صفري وجهد موجب) . الشكل رقم 2 والشكل رقم 3 يوضحان البيانات الرقمية والإشارات الرقمية المناظرة لها.

في الشكل 2 الإشارة لها مستويان: مستوي موجب يناظر البيانات الرقمية (1) ومستوى صفر يناظر البيانات الرقمية (0) .

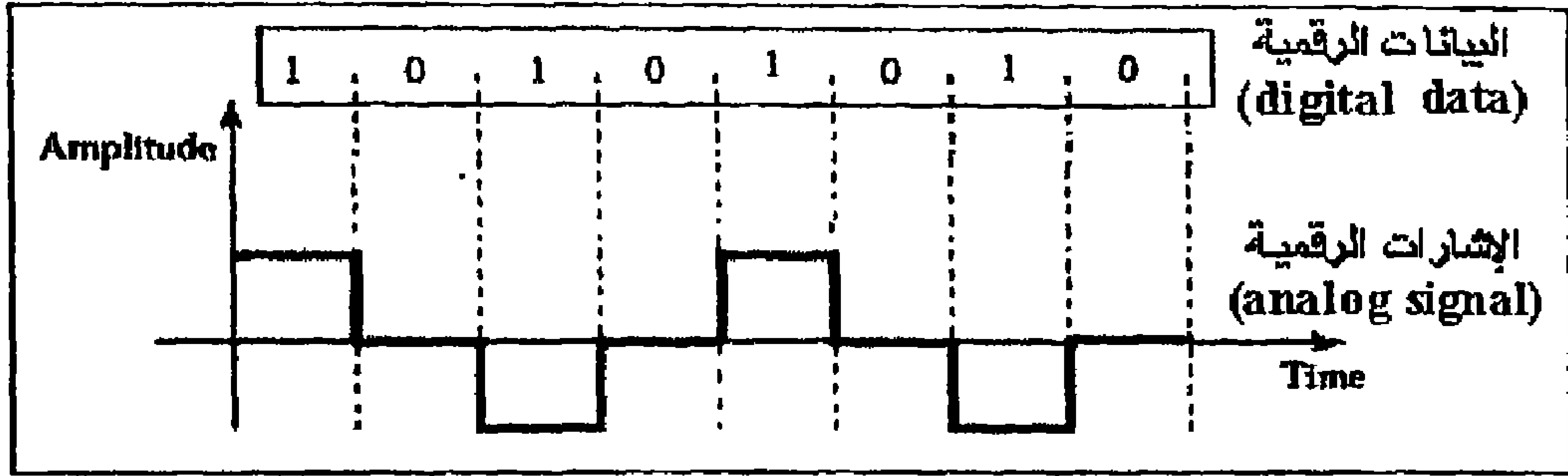
في الشكل 3 الإشارة لها ثلاث مستويات: مستوي موجب أو مستوى سالب يناظر البيانات الرقمية (1) ومستوى صفر يناظر البيانات الرقمية (0) .

في الأجزاء التالية سيتم شرح كيفية تحديد مستوى الإشارة لتشفير قيم البيانات الرقمية (0 or 1) وذلك من خلال دراسة تقنيات التشفير المختلفة



شكل 2: بيانات ذو قيمتان (0 or 1) وإشارة ذو مستويان

(مستوى موجب ومستوى صفر)



شكل 3: بيانات ذو قيمتان (0 or 1) وإشارة ذو ثلاث مستويات

(مستوى سالب ومستوى صفر ومستوي موجب)

2.2.2) المركبة المستمرة للإشارة DC component

تعرف المركبة المستمرة للإشارة بأنها القيمة المتوسطة لسعة الإشارة. المركبة المستمرة للإشارة ترمز إلى جهد البطارية الثابت الذي يضاف إلى المكونات المادية الخاصة بالتشفير.

تقاس المركبة المستمرة للإشارة بوحدات الجهد (volt) إذا كانت الإشارة تمثل جهد كهربي أو بوحدات التيار (ampere) إذا كانت الإشارة تمثل تيار كهربي. يمكن حساب المركبة المستمرة للإشارة من المعادلة:

$$V_{DC} = \frac{1}{T}\int_{0}^{T} f(t)\, dt$$

Where: V_{DC}: the value of the DC component (V) قيمة المركبة المستمرة للإشارة

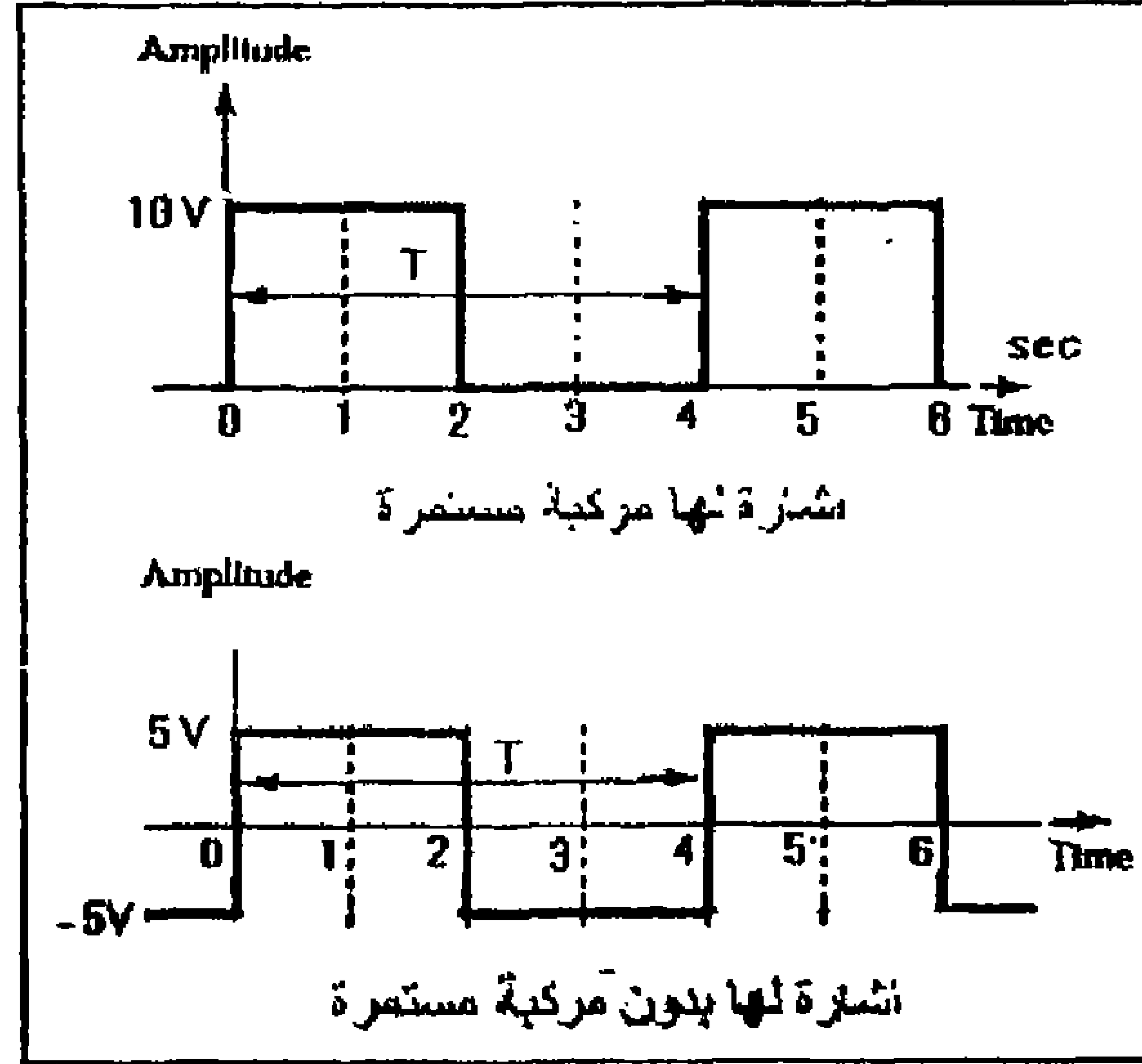
T: the signal period (sec) الزمن الدوري للإشارة

f(t): the signal represented in time domain

الإشارة كدالة في المجال الزمني

مثال 1:

احسب المركبة المستمرة للإشارات الرقمية الموضحة في الشكل رقم 4



شكل 4: إشارة لها مركبة مستمرة وأخري ليس لها مركبه مستمرة

الحل:

(a)

$$V_{DC} = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)\ dt = \frac{1}{4}\int_0^4 f(t)\ dt$$

$$= \frac{1}{4}[\int_0^2 10\ dt + \int_2^4 0\ dt] = \frac{1}{4}\left[|_0^2\ 10t + |_2^4\ 0t +\right] = \frac{1}{4}[10(2-0)+0] = 5V$$

(b)

$$V_{DC} = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)\ dt = \frac{1}{4}\int_0^4 f(t)\ dt$$

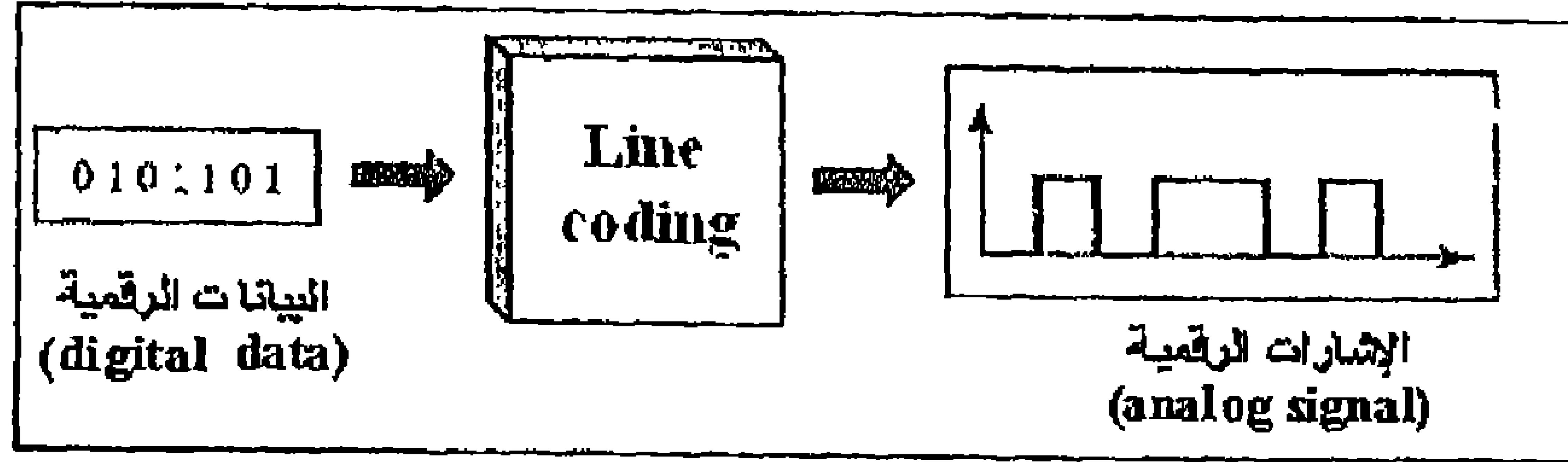
$$\frac{1}{4}[\int_0^2 5\ dt + \int_2^4 -5\ dt = \frac{1}{4}\left[|_0^2\ 5t - |_2^4\ 5t +\right] = \frac{1}{4}[5(2-0)-5(4-2)] = 0V$$

2.3، التحويل من بيانات رقمية إلى إشارات رقمية (التشفير الخطي)

DIGITAL DATA TO DIGITAL SIGNAL CONVERSION (LINE ENCODING)

في الجزء التالي سنتناول التقنيات المستخدمة في تشفير البيانات الرقمية (digital data) بتحويلها إلى إشارات رقمية (digital signal) وهو ما يسمى digital-to-digital encoding أو line encoding

تشفير digital-to-digital هو تحويل البيانات الرقمية (digital data) إلى إشارات رقمية (digital signal) أي أنه يتم تحويل البيانات الرقمية المراد إرسالها إلى سلسلة من النبضات كما موضح في الشكل رقم 5



شكل 5 : تحويل البيانات الرقمية إلى إشارات رقمية (line encoding)

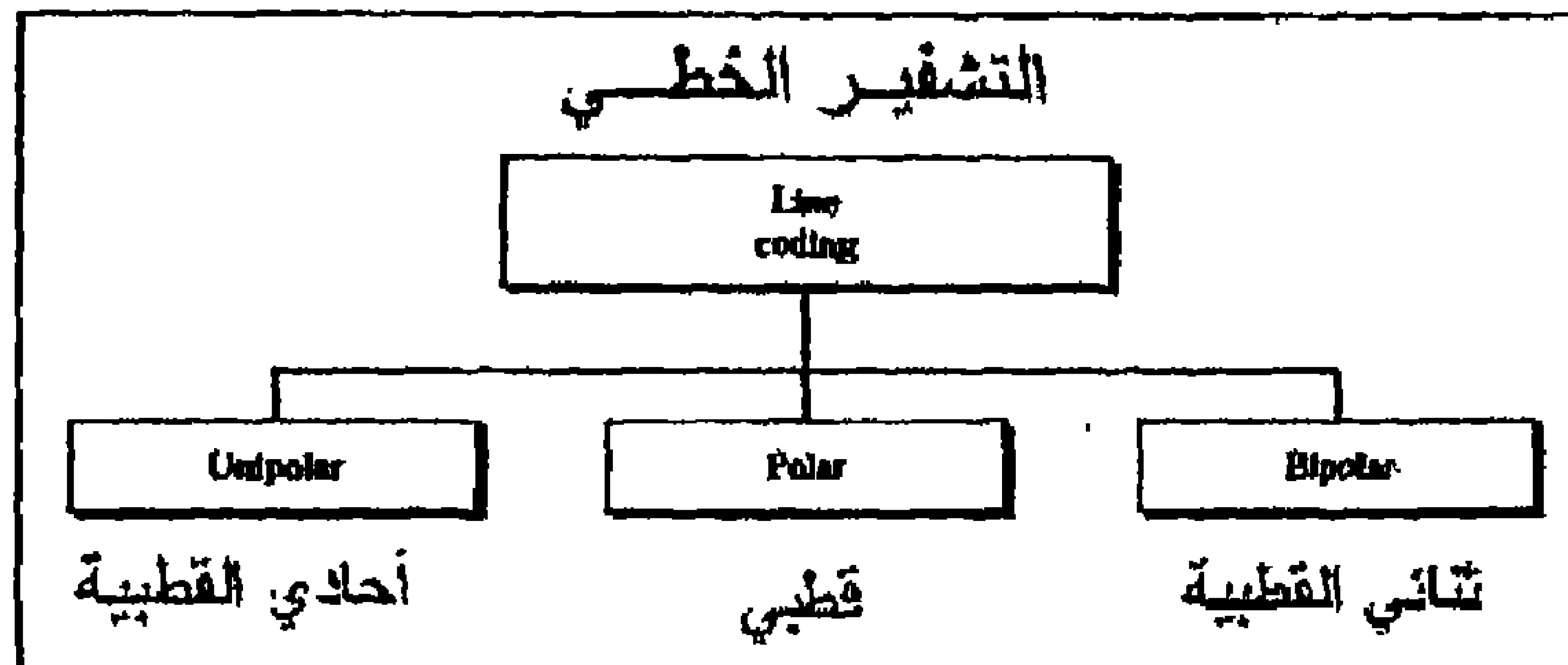
التشفير الخطي له ثلاثة أنواع:

a) التشفير الخطي أحادي القطبية Unipolar line encoding

b) التشفير الخطي القطبي Polar line encoding

c) التشفير الخطي ثنائي القطبية Bipolar line encoding

الشكل رقم 6 يوضح أنواع التشفير الخطي

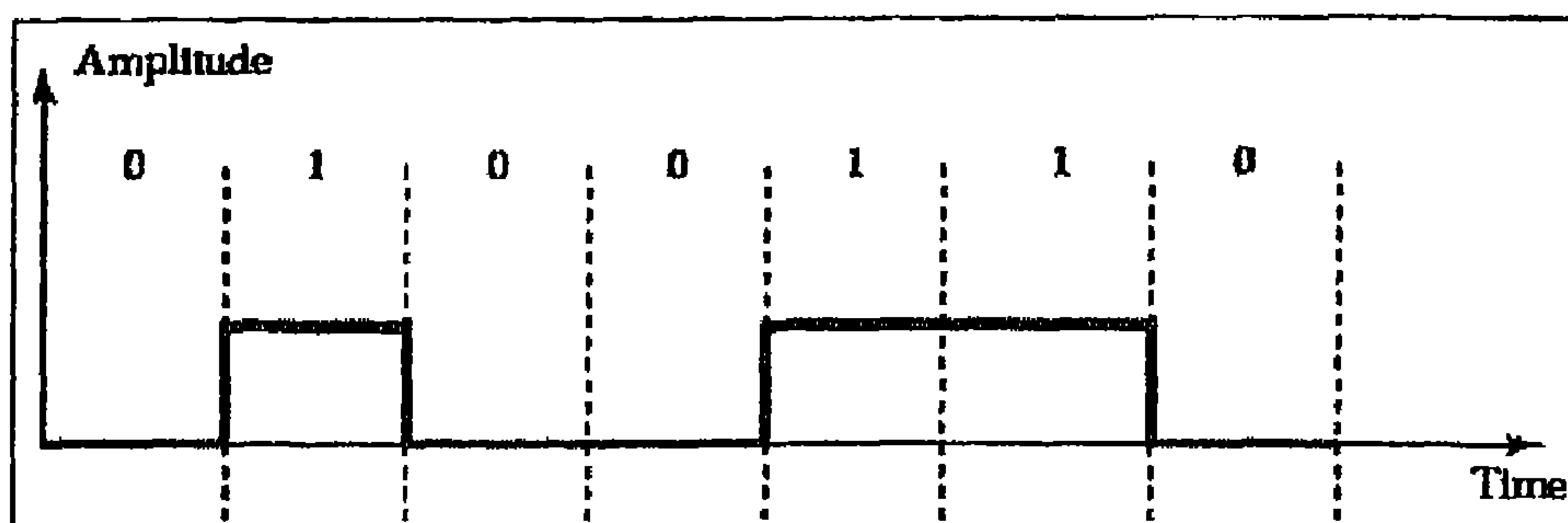


شكل 6: أنواع التشفير الخطي

2.3.1) التشفير الخطي أحادي القطبية Unipolar line encoding

هذا النوع يعتبر أبسط أنواع التشفير الخطي حيث أنه يتم تشفير قيمة البيانات (1) بواسطة مستوى موجب (جهد موجب) للإشارة غالبا ما يكون 5 فولت وتشفير قيمة

البيانات (0) بواسطة مستوى صفر (جهد صفري) للإشارة. الشكل رقم 7 يوضح استخدام التشفير أحادي القطبية في تشفير البيانات الرقمية (0 1 1 0 0 1 0)



شكل 7: استخدام التشفير أحادي القطبية في تشفير البيانات الرقمية (0 1 1 0 0 1 0)

التزامن Synchronization

يعرف التزامن بأنه عملية التوافق بين عمل كل من جهازي الاستقبال والإرسال في أنظمة الاتصالات. ولتحقيق التزامن يجب أن تكون نبضات تشغيل جهاز الإرسال مساوية تماما لنبضات تشغيل جهاز الاستقبال أي أن سرعة إرسال البيانات بواسطة جهاز الإرسال يجب أن تكون مساوية لسرعة معالجة البيانات في جهاز الاستقبال.

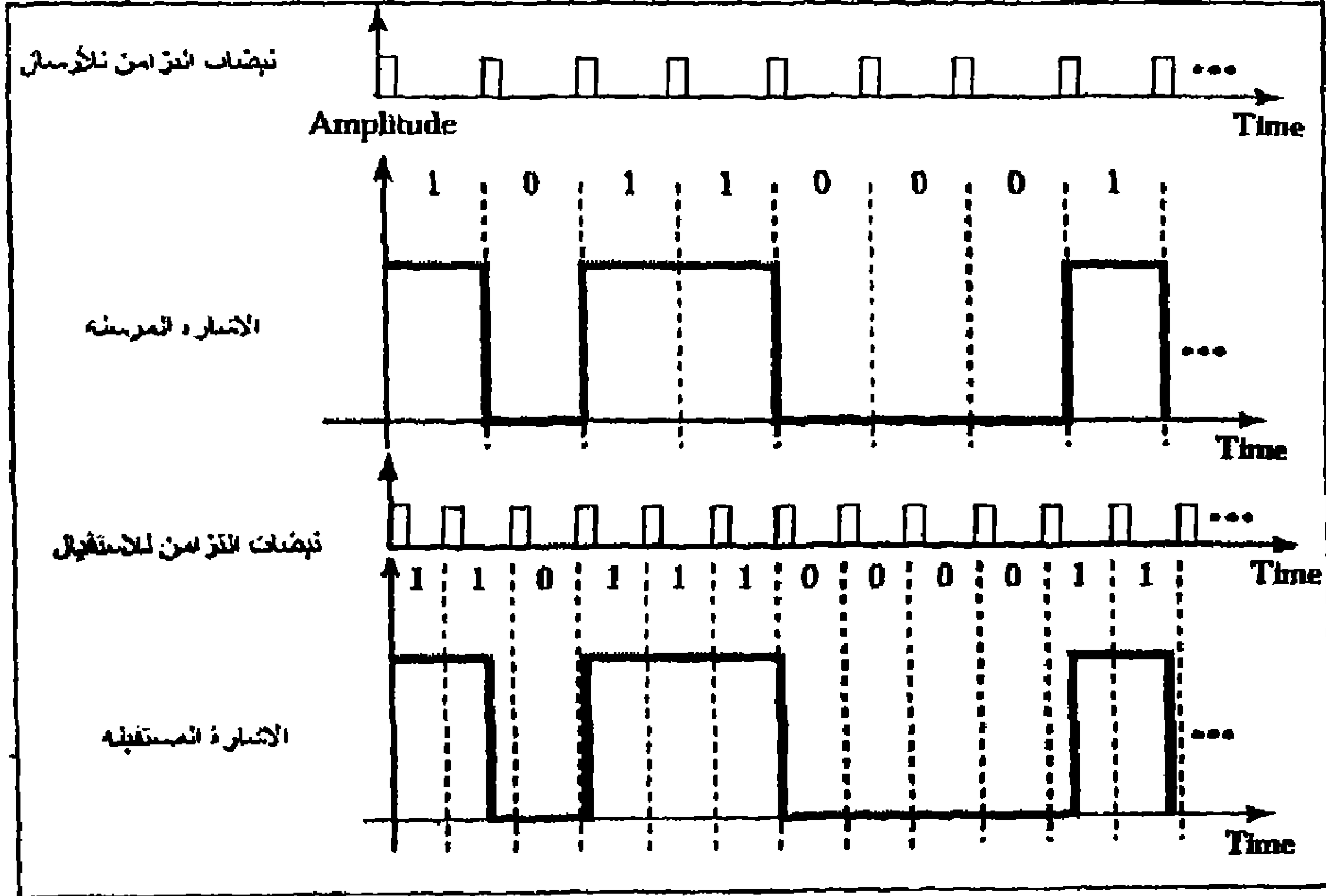
التزامن هو أكثر مشاكل التشفير الخطي أحادي القطبية. الشكل رقم 8 يبين فقد التزامن بين الإرسال والاستقبال عند استخدام التشفير الخطي أحادي القطبية والذي أدي إلى وجود خطأ في الإشارة المستقبلة حيث أنه خلال فترة زمنية محددة تم إرسال البيانات الرقمية (10110001=8 bits) وفي نفس الفترة الزمنية تم استقبال البيانات الرقمية (11011000011=12 bits) نتيجة لأن نبضات التزامن لجهاز الاستقبال أسرع من نبضات التزامن لجهاز الإرسال

يوجد طريقتان يتم بأحدهما التغلب على مشكلة عدم التزامن بين المرسل والمستقبل

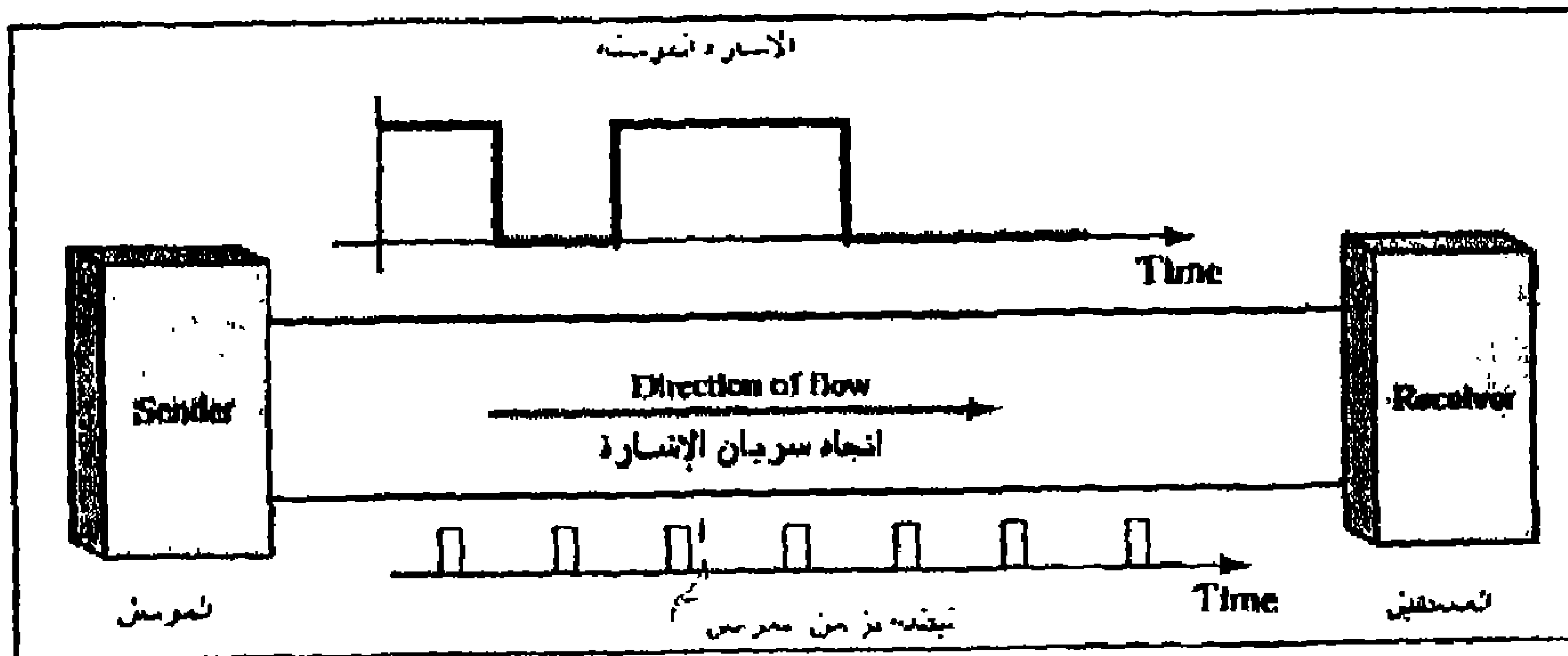
الطريقة الأولى:

استخدام كابلان الأول لإرسال الإشارات والثاني لإرسال نبضات التزامن من المرسل إلى المستقبل . في هذه الطريقة يعمل المستقبل بنفس نبضات التزامن الخاصة بالمرسل . من

عيوب هذه الطريقة أنها مكلفة وذلك لاستخدام كابلان بدلا من كابل واحد . الشكل رقم 9 يوضح الطريقة الأولى للتغلب على فقد التزامن من خلال استخدام كابلان بين المرسل والمستقبل أحدهما يحمل نبضات تشغيل المرسل (نبضات التزامن) لتشغيل المستقبل والآخر يحمل الإشارة الأصلية



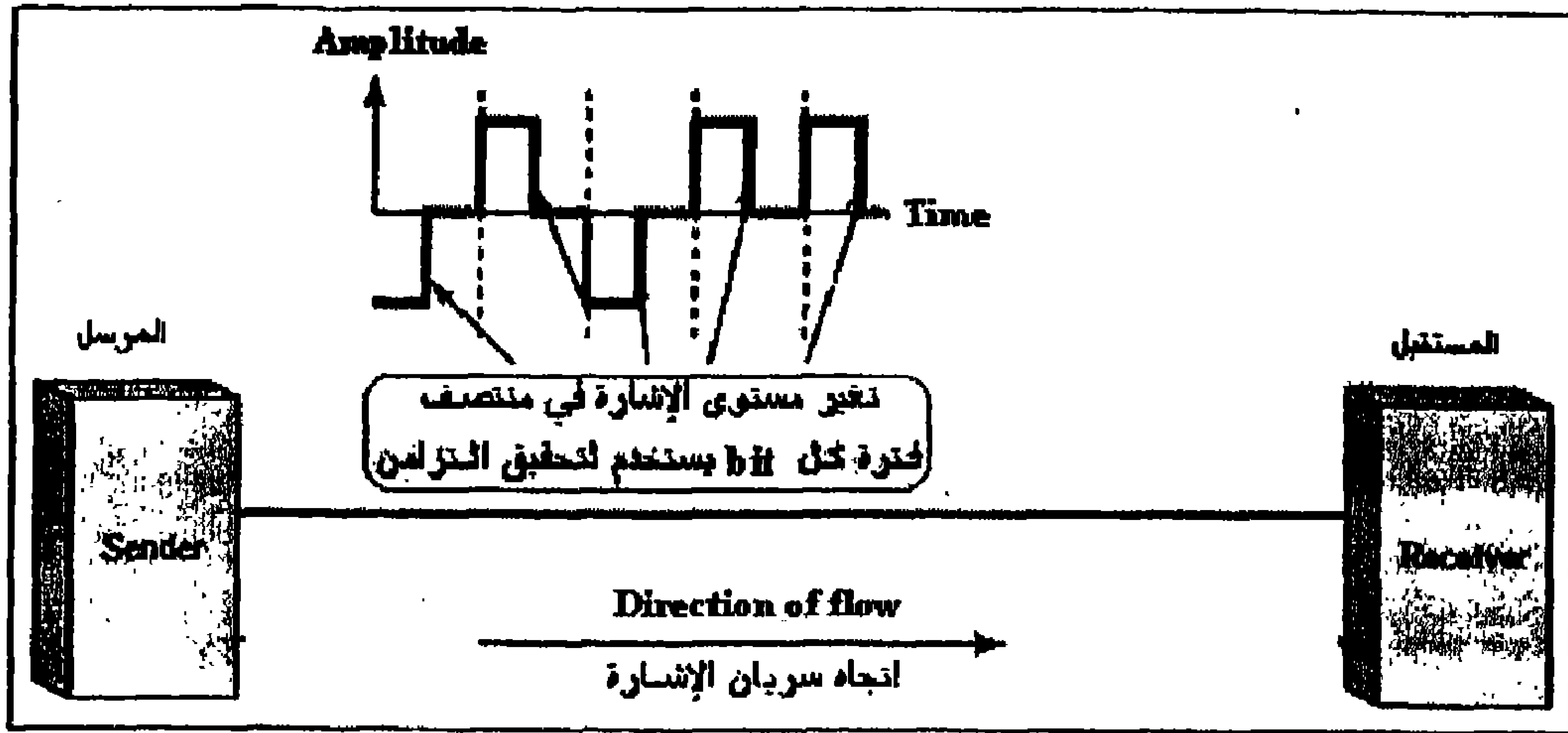
شكل 8: فقد التزامن بين الإرسال والاستقبال عند استخدام التشفير الخطي أحادي القطبية



شكل 9: الطريقة الأولى للتغلب على فقد التزامن من خلال استخدام كابلان أحدهما يحمل نبضات تشغيل المرسل (نبضات التزامن) لتشغيل المستقبل والآخر يحمل الإشارة الأصلية

الطريقة الثانية

الطريقة الثانية هي الطريقة الشائعة الاستخدام في الاتصالات حيث يتم تركيب نبضات تشغيل المرسل (نبضات التزامن) على الإشارة المرسلة وإرسالهما على كابل واحد . الشكل رقم 10 يوضح الطريقة الثانية للتغلب على فقد التزامن من خلال استخدام كابل واحد بين المرسل والمستقبل حيث يتم تركيب نبضات تشغيل المرسل (نبضات التزامن) على الإشارات الأصلية وإرسالهما معا على كابل واحد. الشكل رقم 10 يوضح أن تغير مستوى الإشارة في منتصف فترة كل bit يستخدم لتحقيق التزامن



شكل 10 : الطريقة الثانية للتغلب على فقد التزامن من
خلال استخدام كابل واحد بين المرسل والمستقبل

مثال2 :

في إرسال رقميّ نبضة التزامن للاستقبال أسرع % 0.1 من نبضة التزامن للإرسال.
أوجد عدد bits الإضافية التي يتلقاها المستقبل زيادة عن المرسل في الثانية الواحدة إذا كان معدل البيانات

1) Data rate = 10 Kbps
2) Data rate = 10 Mbps

أوجد معدل استقبال البيانات لجهاز الاستقبال في كل حالة

الحل:

1) At data rate = 10 Kbps:

المرسل يقوم بإرسال البيانات الرقمية بمعدل 10 Kbps

Data rate of transmission = DR_T= 10 Kbps

حيث أن المستقبل يستقبل البيانات عند نبضات تزامن 0.1 % أسرع من نبضات التزامن للإرسال فيكون عدد bits الزائدة التي يستقبلها في الثانية الواحدة =

Number of extra bits at the receiver = $10000 * \frac{0.1}{100} = 10\ bit$

وبالتالي يكون معدل استقبال البيانات =

Data rate of reception = DR_R= 10000 + 10 = 10010 bps

2) At 10 Mbps:

المرسل يقوم بإرسال البيانات الرقمية بمعدل 10 Mbps

Data rate of transmission = DR_T=$10*10^6$ bps)

وحيث أن المستقبل يستقبل البيانات عند نبضات تزامن 0.1 % أسرع من نبضات التزامن للإرسال فيكون عدد bits الزائدة التي يستقبلها في الثانية الواحدة =

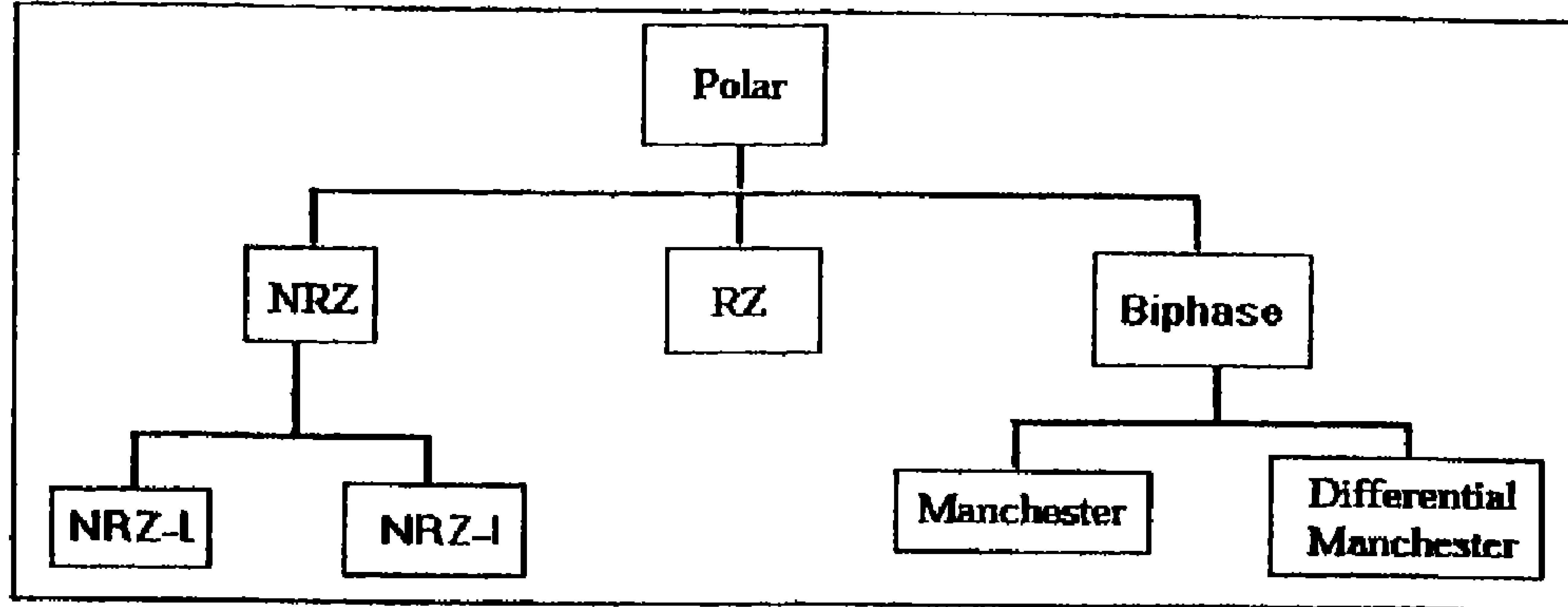
Number of extra bits at the receiver = $10*10^6 * \frac{0.1}{100} = 10000\ bits$

وبالتالي يكون معدل استقبال البيانات =

Data rate of reception =DR_R= $10*10^6$+ 10000 = 10010000 bps

2.3.2) التشفير الخطي القطبي Polar line encoding

التشفير القطبي يستخدم مستوى جهد موجب ومستوى جهد سالب لتشفير البيانات الرقمية . الشكل رقم 11 يوضح تقنيات التشفير الخطي القطبي



شكل 11: تقنيات التشفير الخطي القطبي

1) Nonreturn to Zero (NRZ)

كما هو موضح في الشكل 11 تقنية التشفير NRZ تنقسم إلى طريقتان: NRZ-L and NRZ-I

a) NRZ-L encoding

في حالة استخدام طريقة (NRZ-L) يستخدم مستوى الإشارة الموجب في تشفير قيمة البيانات الرقمية (0) ويستخدم المستوى السالب في تشفير قيمة البيانات الرقمية (1)

a) bit = 0 ⟶ level = positive voltage مستوى موجب للإشارة

b) bit = 1 ⟶ level =negative voltage مستوى سالب للإشارة

b) NRZ-I encoding

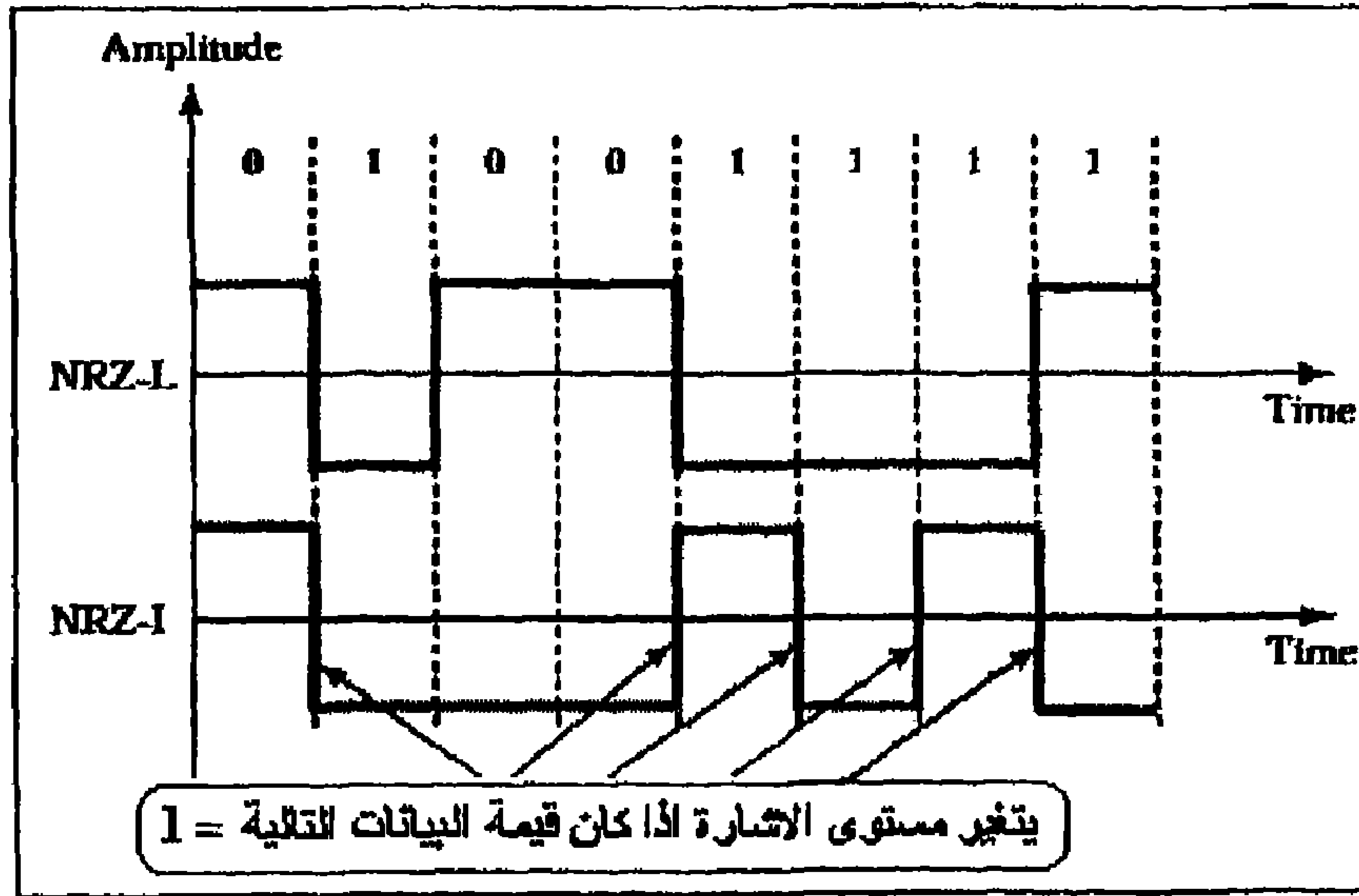
في حالة استخدام طريقة (NRZ-I) يتم تغير مستوى الإشارة (من سالب إلى موجب أو العكس) إذا كانت قيمة البيانات الرقمية التالية (1) و عدم تغييرمستوى الإشارة إذا كانت قيمة البيانات الرقمية التالية (0)

a) next bit = 1 ⟶ level changes from positive to negative or vise versa

يتغير المستوى من موجب إلى سالب أو العكس

b) next bit = 0 ⟶ level does not change المستوى لا يتغير

الشكل رقم 12 يوضح استخدام (NRZ-L and NRZ-I) في تشفير البيانات الرقمية (01001111)



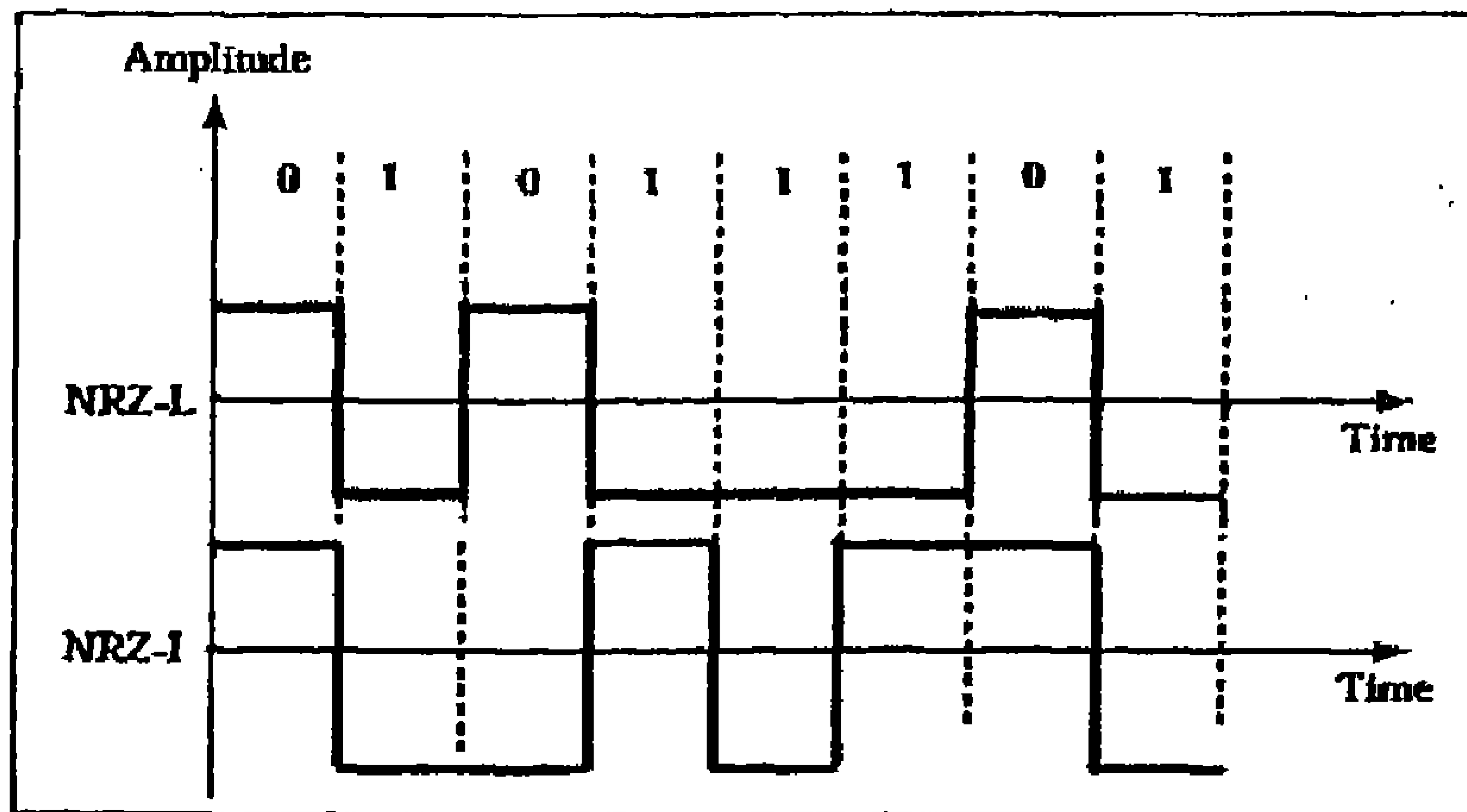
شكل 12: استخدام (NRZ-L and NRZ-I) في تشفير البيانات الرقمية (01001111)

في حالة استخدام تقنية التشفير (NRZ) لم يتم تركيب نبضات تشغيل المرسل على الإشارة المرسلة وبالتالي يجب أن يتم استخدام الطريقة الأولى لتحقيق التزامن وذلك من خلال استخدم كابلان أحدهما للتزامن والآخر للإشارة المرسلة

مثال3 :

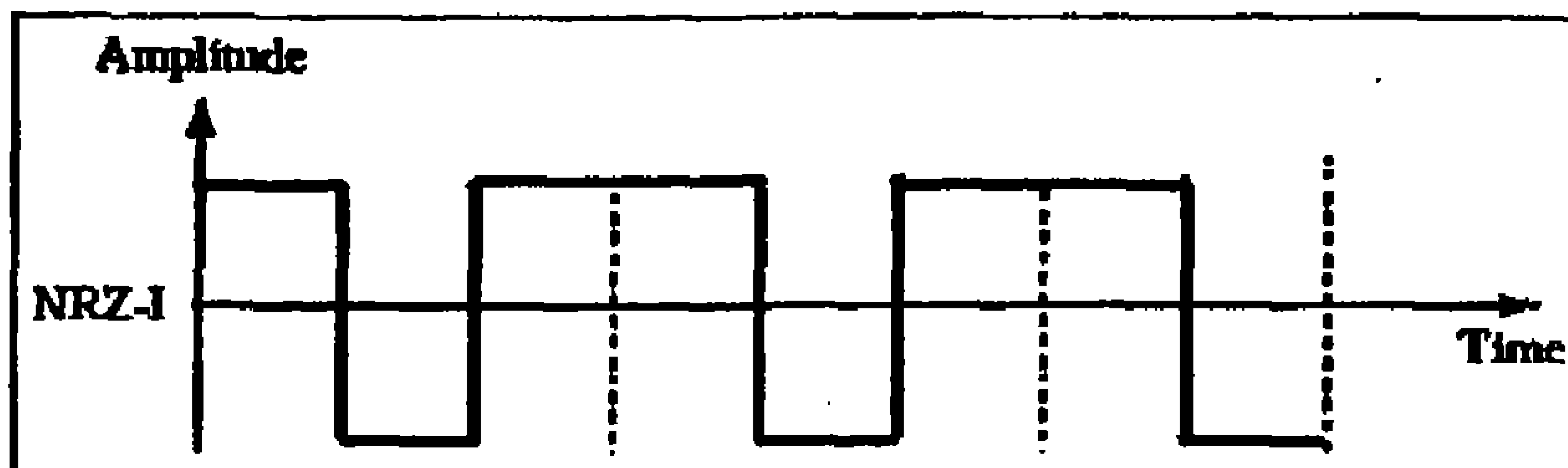
ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (01011101) باستخدام تقنيات التشفير NRZ (NRZ-l and NRZ-I)

الحل:

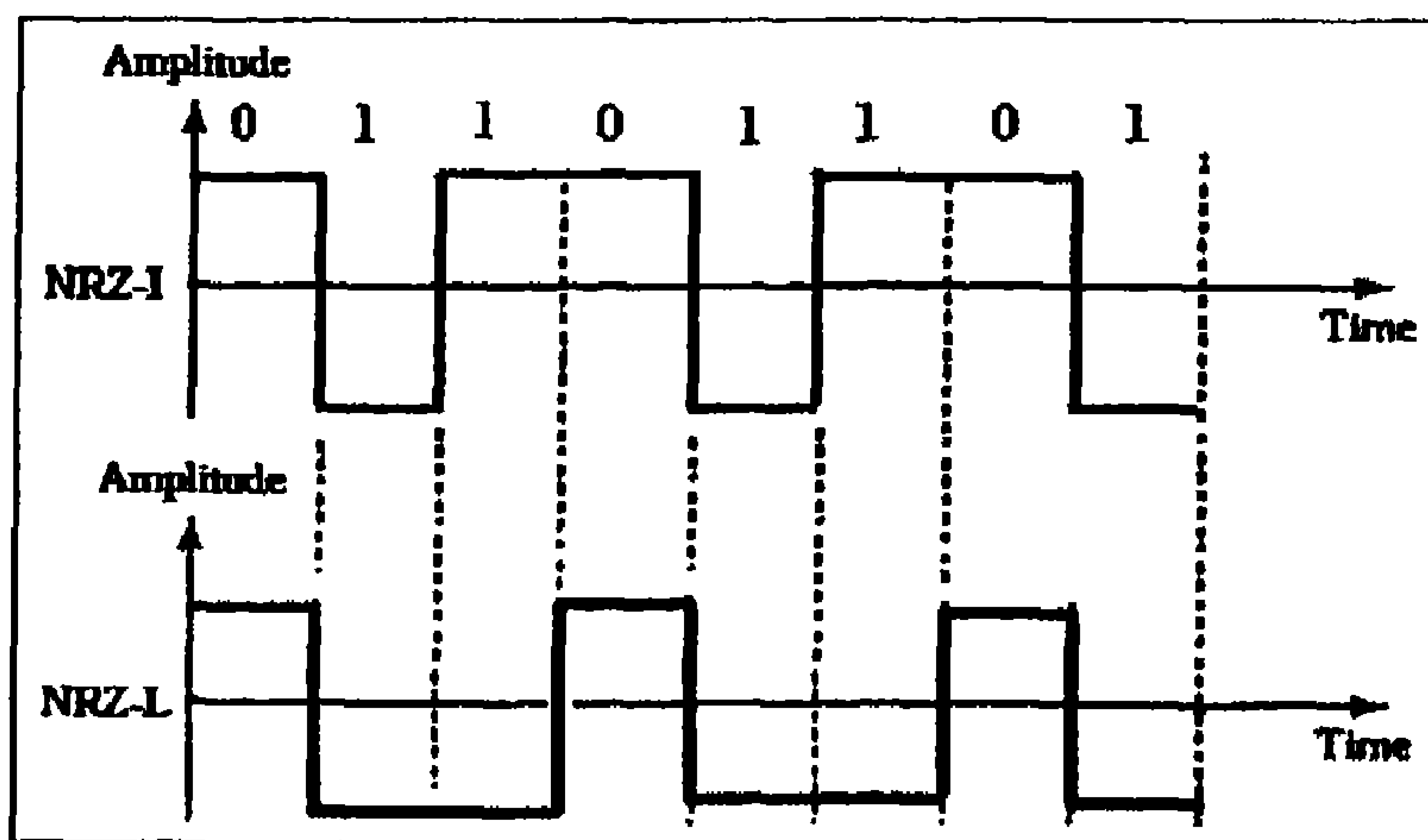


مثال4 :

تم تشفير البيانات باستخدام تقنية (NRZ-I) . أوجد قيمة البيانات الأصلية في حالة استقبال الإشارة التالية . أوجد شكل الإشارة في حالة استخدام تقنية NRZ-L



الحل :



البيانات الرقمية الأصلية هي : 0 1 1 0 1 1 0 1

2) Return to Zero (RZ)

التشفير الجيّد للإشارة الرّقميّة يجب أن يحتوي على إمداد للتزامن. في حالة استخدام تقنية التشفير RZ encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من جهد موجب إلى صفر أو من جهد سالب إلى صفر (في منتصف فترة كل bit) لتحقيق التزامن بين الإرسال والاستقبال

في حالة استخدام تقنية التشفير RZ يستخدم مستوى الإشارة الموجب (في أول فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (1) ويستخدم المستوى السالب (في أول فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (0) وذلك بالإضافة إلى تغير مستوى الإشارة (في منتصف فترة كل bit) من المستوى السالب إلى الصفر أو من المستوى الموجب إلى الصفر لتحقيق التزامن بين المرسل والمستقبل

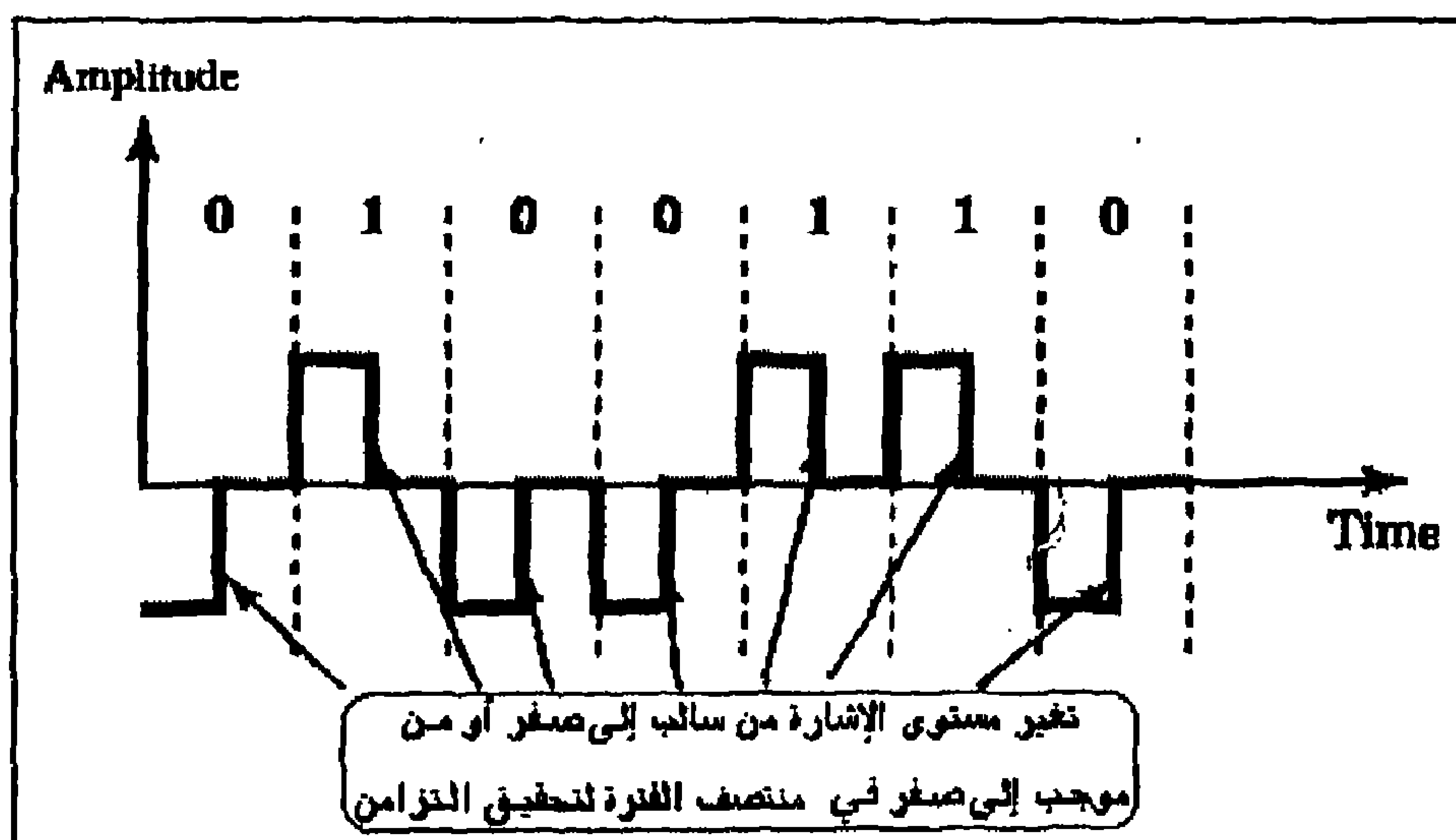
bit = 1 → level = positive voltage جهد موجب

bit = 0 → level =negative voltage جهد سالب

التزامن :

في منتصف فترة كل bit ● مستوى موجب or ● مستوى سالب

الشكل رقم 13 يوضح استخدام تقنية RZ في تشفير البيانات الرقمية (0100110)

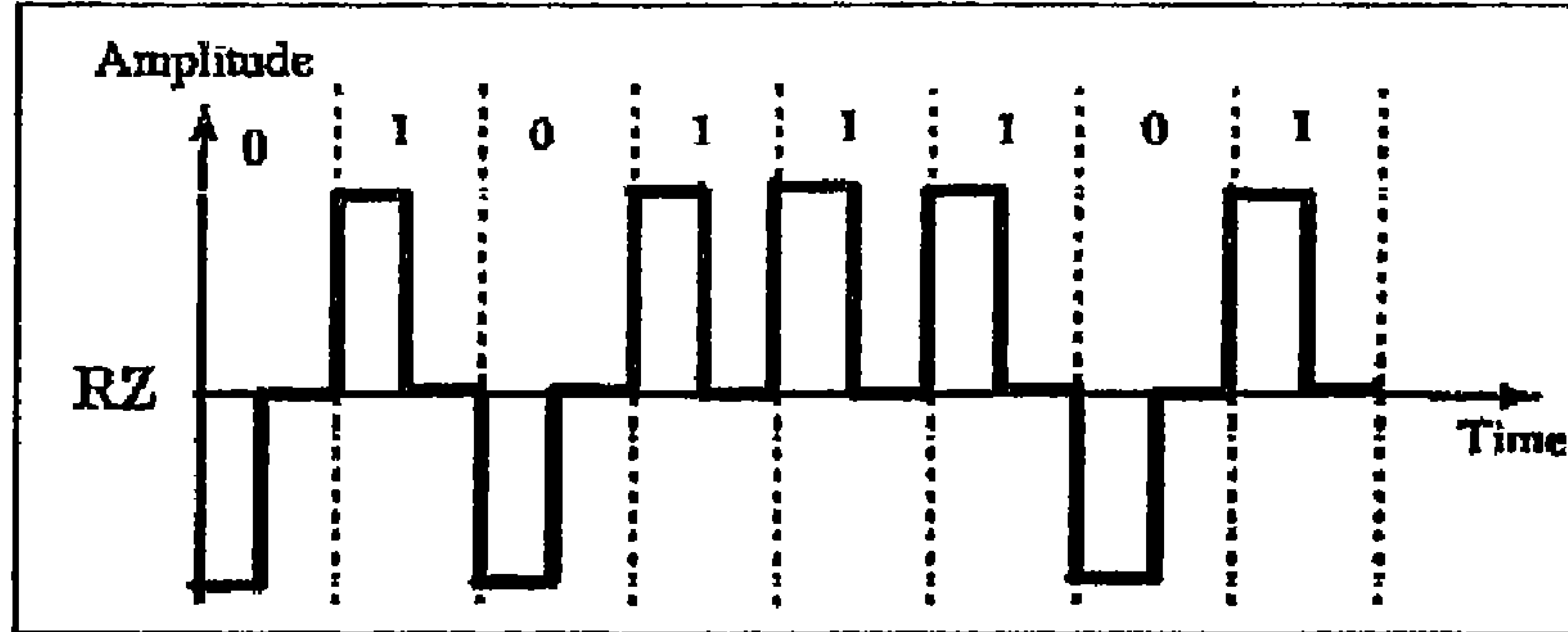


شكل 13 : استخدام تقنية RZ في تشفير البيانات الرقمية (0100110)

مثال5 :

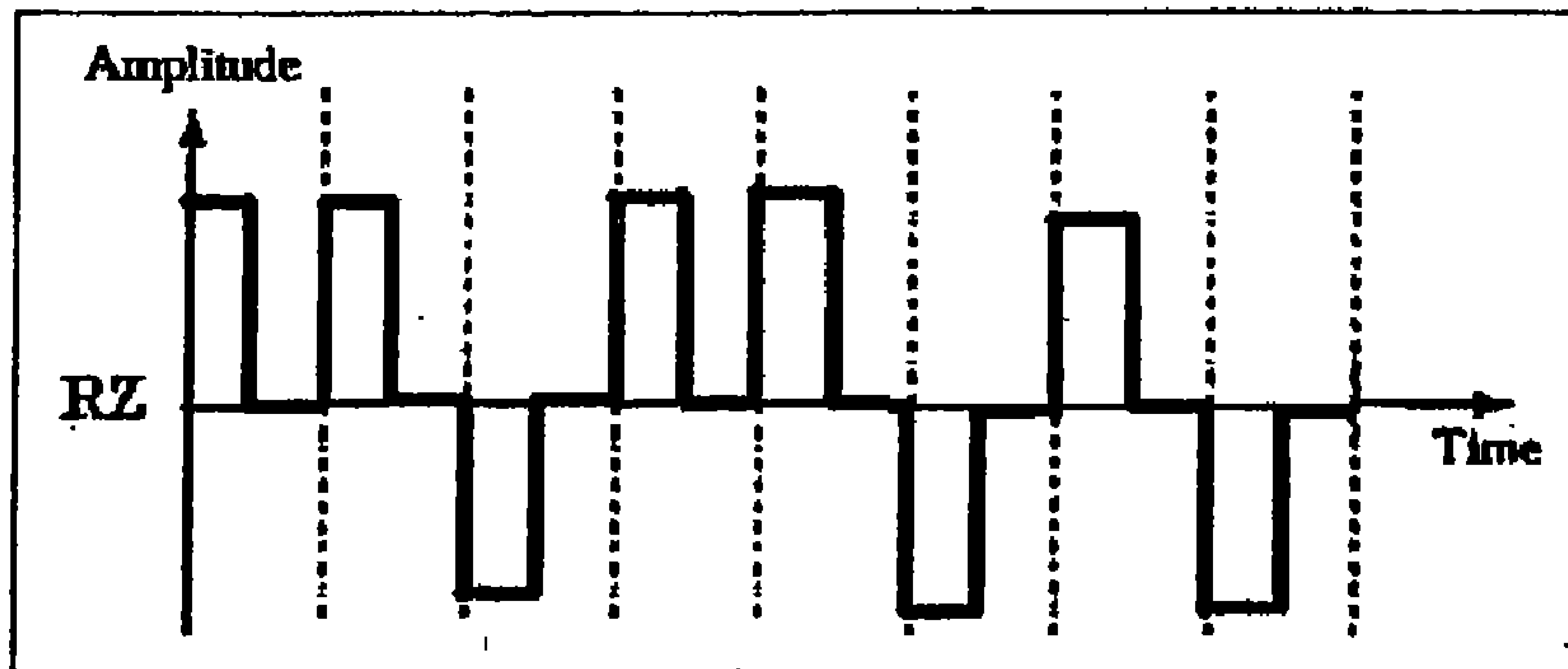
ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (01011101) باستخدام تقنيات التشفير RZ

الحل:

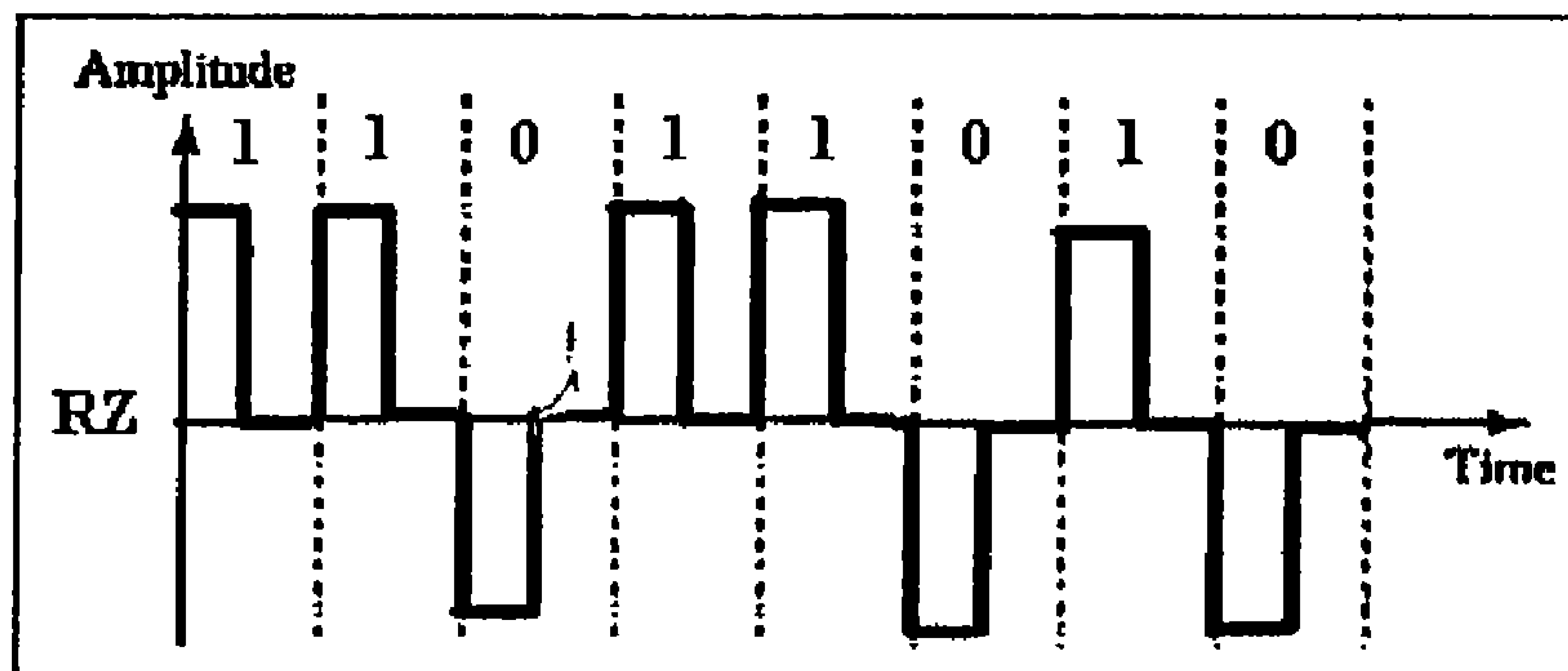


مثال6 :

تم تشفير البيانات باستخدام تقنية RZ . أوجد قيمة البيانات الأصلية في حالة استقبال الإشارة التالية .



الحل:



البيانات الرقمية الأصلية هي : 1 1 0 1 1 0 1 0

3) Biphase encoding

تعتبر تقنية التشفير Biphase من التقنيات الشائعة الاستخدام في تشفير البيانات الرقمية وذلك بسبب تركيب نبضات التزامن على الإشارة المرسلة وإرسالهما على رابط واحد.

تنقسم تقنية التشفير Biphase encoding إلي :

a) Manchester encoding

b) Differential Manchester

a) Manchester Encoding

في حالة استخدام تقنية التشفير Manchester encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من جهد موجب إلى جهد سالب أو من جهد سالب إلى جهد موجب (في منتصف فترة كل bit) لتحقيق التزامن بين الإرسال والاستقبال

في حالة استخدام تقنية التشفير Manchester encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من مستوى موجب إلى مستوى سالب (في منتصف فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (0) و يستخدم تغير مستوى الإشارة من مستوى سالب إلى مستوى موجب (في منتصف فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (1)

bit = 1 → positive transition

تغير مستوى الإشارة من مستوى سالب إلى مستوى موجب

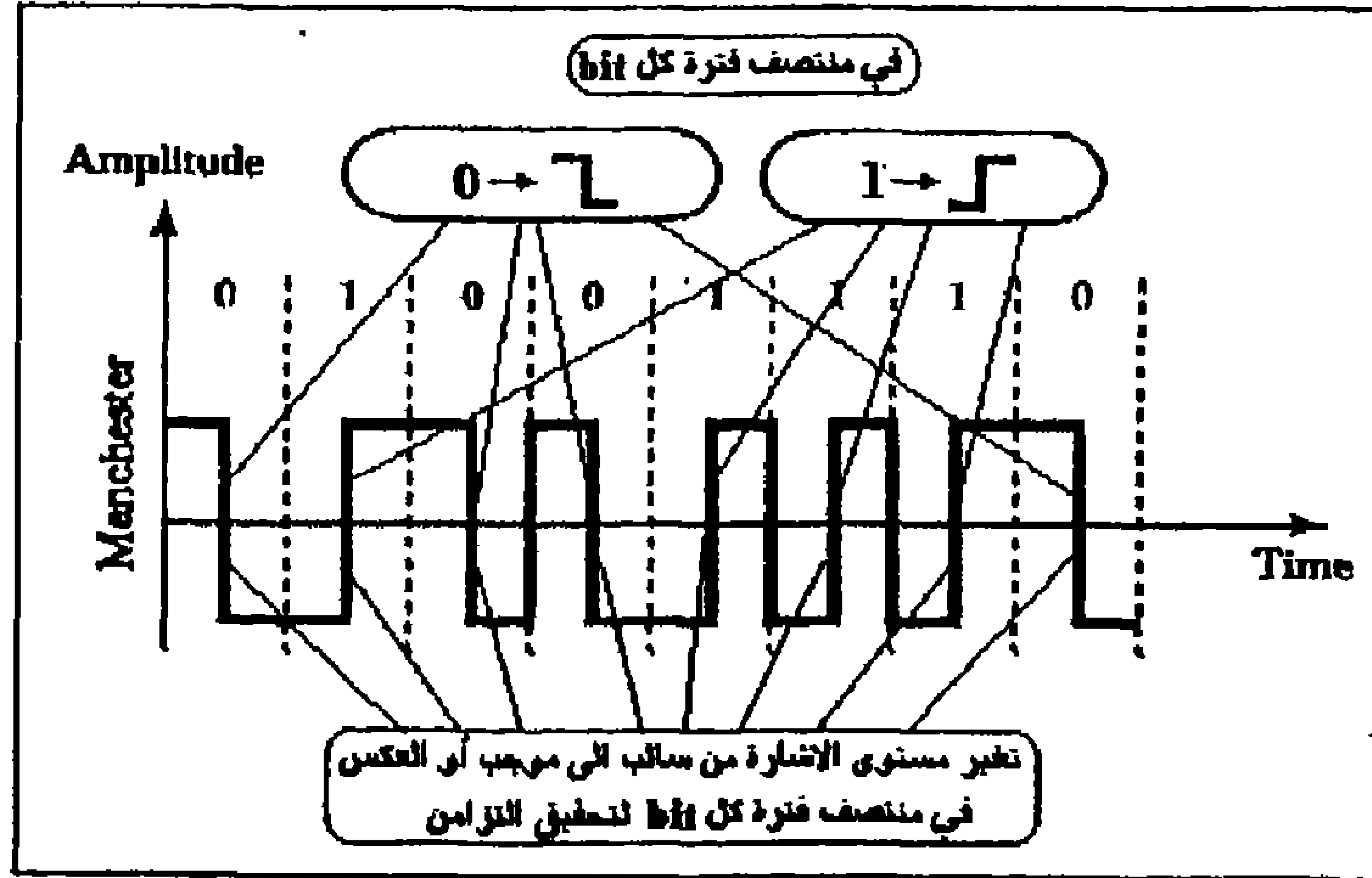
bit = 0 → negative transition

تغير مستوى الإشارة من مستوى موجب إلى مستوى سالب

التزامن :

في منتصف فترة كل bit مستوى سالب — مستوى موجب or مستوى سالب — مستوى موجب

الشكل رقم 14 يوضح استخدام تقنية Manchester encoding في تشفير البيانات الرقمية (01001110)

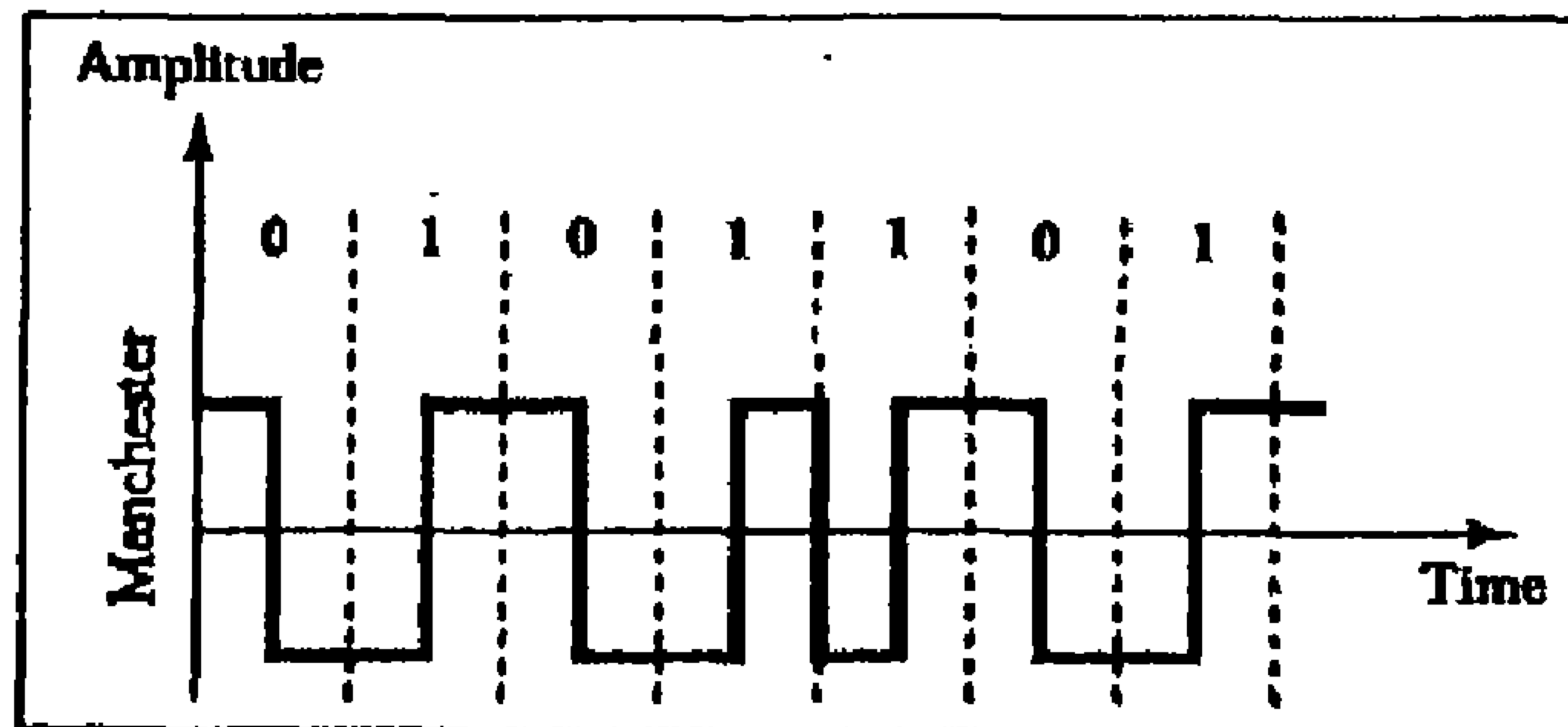


شكل 14 : استخدام تقنية Manchester encoding في تشفير البيانات الرقمية (01001110)

مثال7 :

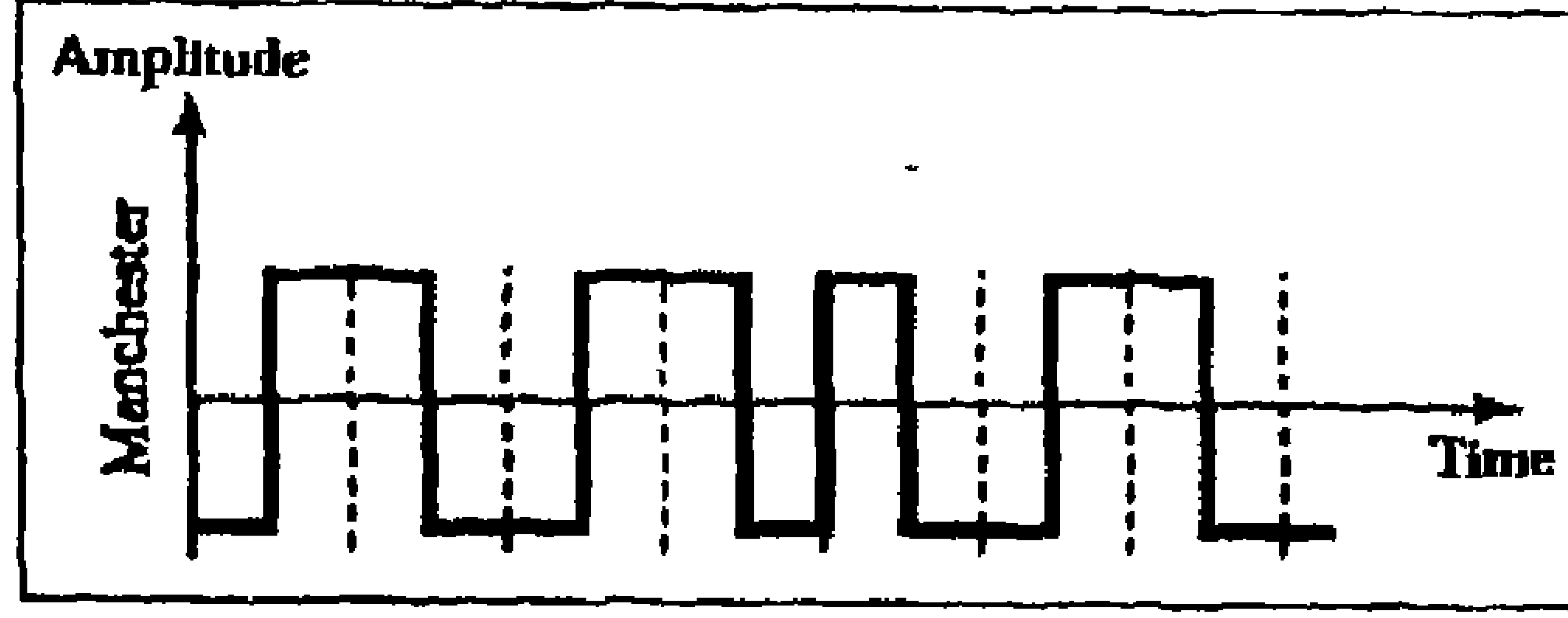
ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (0101101) باستخدام تقنيات التشفير Manchester encoding

الحل:

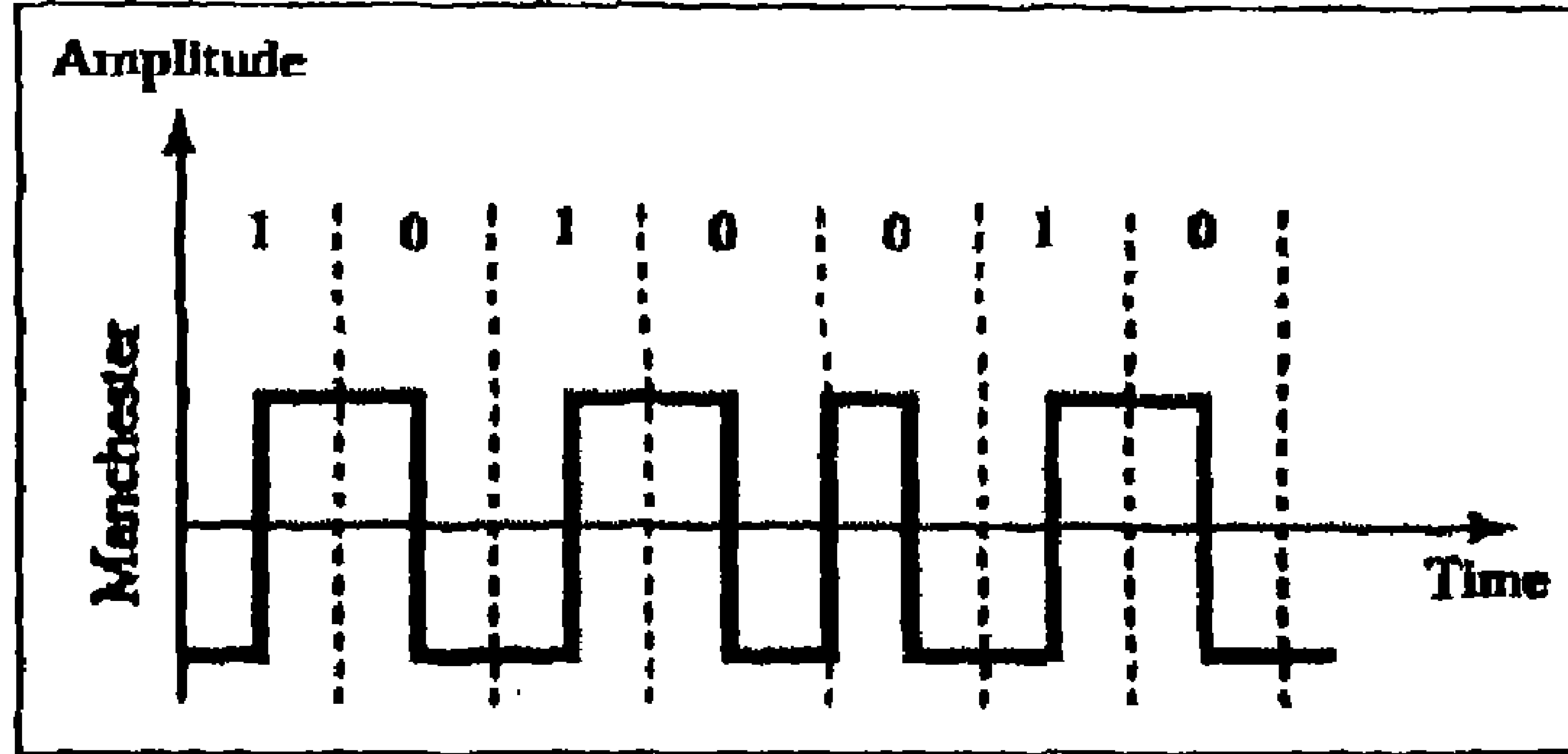


مثال8 :

تم تشفير البيانات باستخدام تقنية Manchester encoding . أوجد قيمة البيانات الأصلية في حالة استقبال الإشارة التالية .



الحل:



البيانات الرقمية الأصلية هي: 1 0 1 0 0 1 0

b) Differential Manchester encoding

في حالة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من جهد موجب إلى جهد سالب أو من جهد سالب إلى جهد موجب (في منتصف فترة كل bit) لتحقيق التزامن بين الإرسال والاستقبال

في حالة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من مستوى موجب إلى مستوى سالب أو العكس (في أول فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (0) و يستخدم ثبات مستوى الإشارة (في أول فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (1)

bit = 0 → positive or negative transition

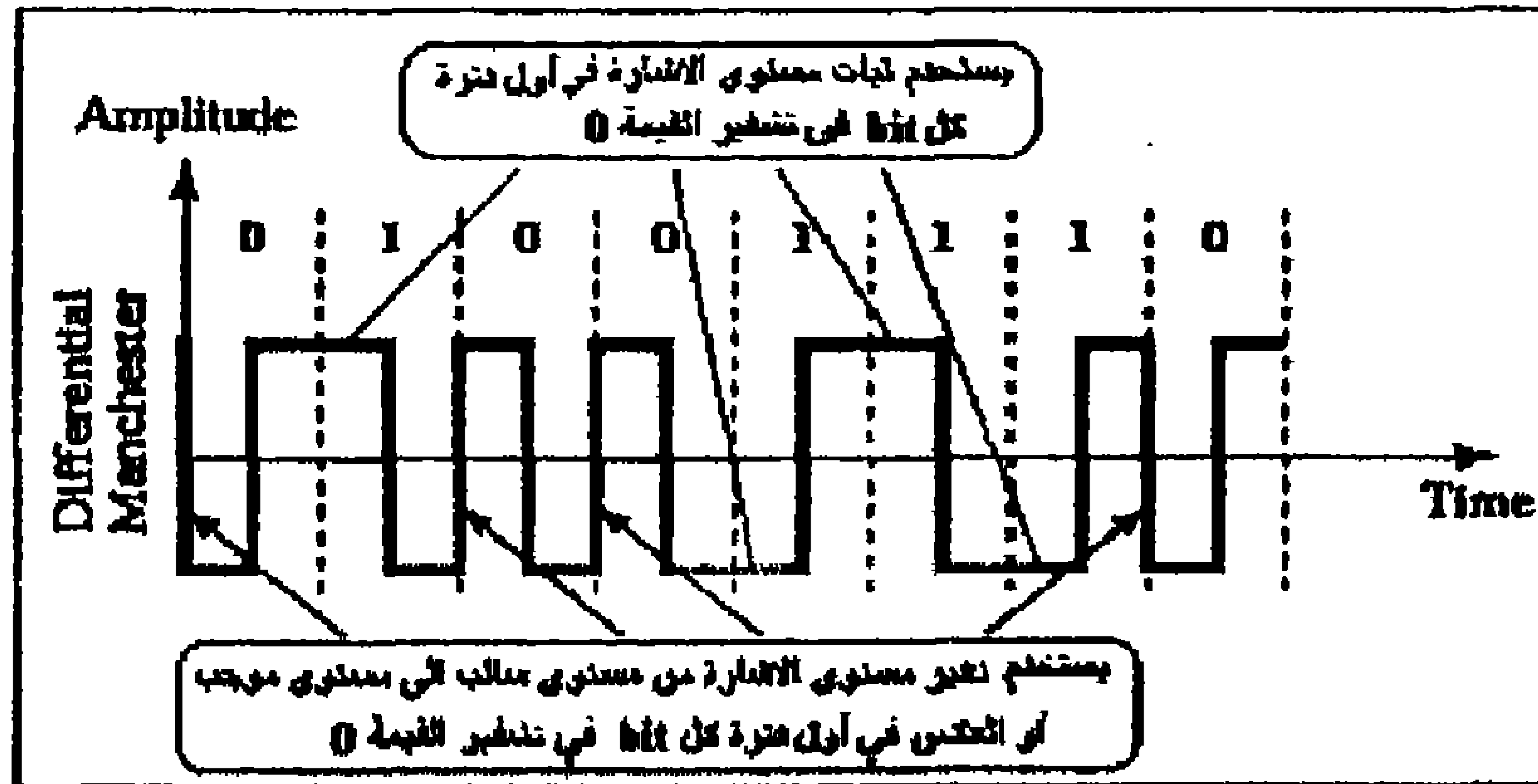
تغير مستوى الإشارة من مستوى سالب إلى مستوى موجب أو العكس

bit = 1 → no transition ثبات مستوى الإشارة

التزامن :

في منتصف فترة كل bit مستوى سالب ⎿ مستوى موجب or مستوى سالب ⏌ مستوى موجب

الشكل رقم 15 يوضح استخدام تقنية Manchester encoding في تشفير البيانات الرقمية (01001110)

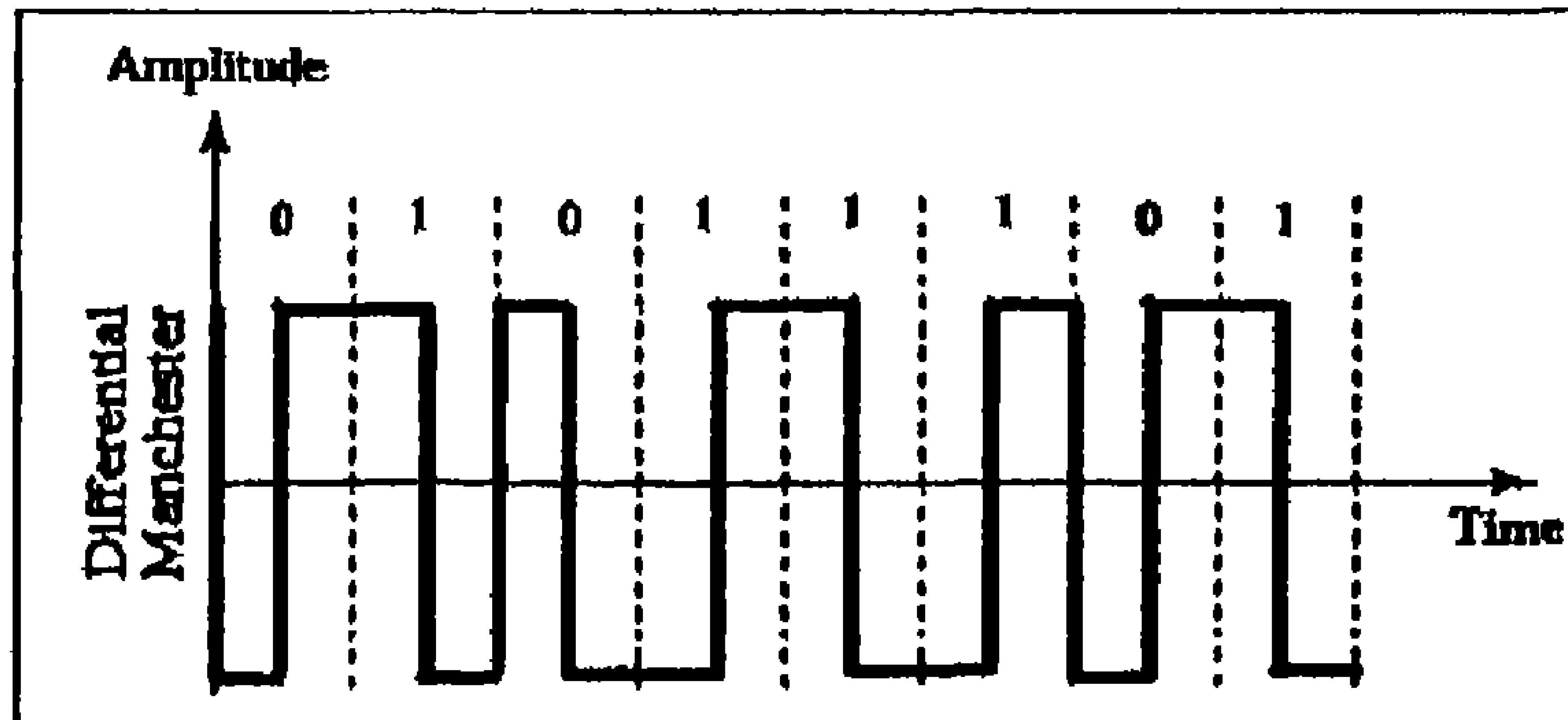


شكل 15: استخدام تقنية Manchester encoding
في تشفير البيانات الرقمية (01001110)

مثال9 :

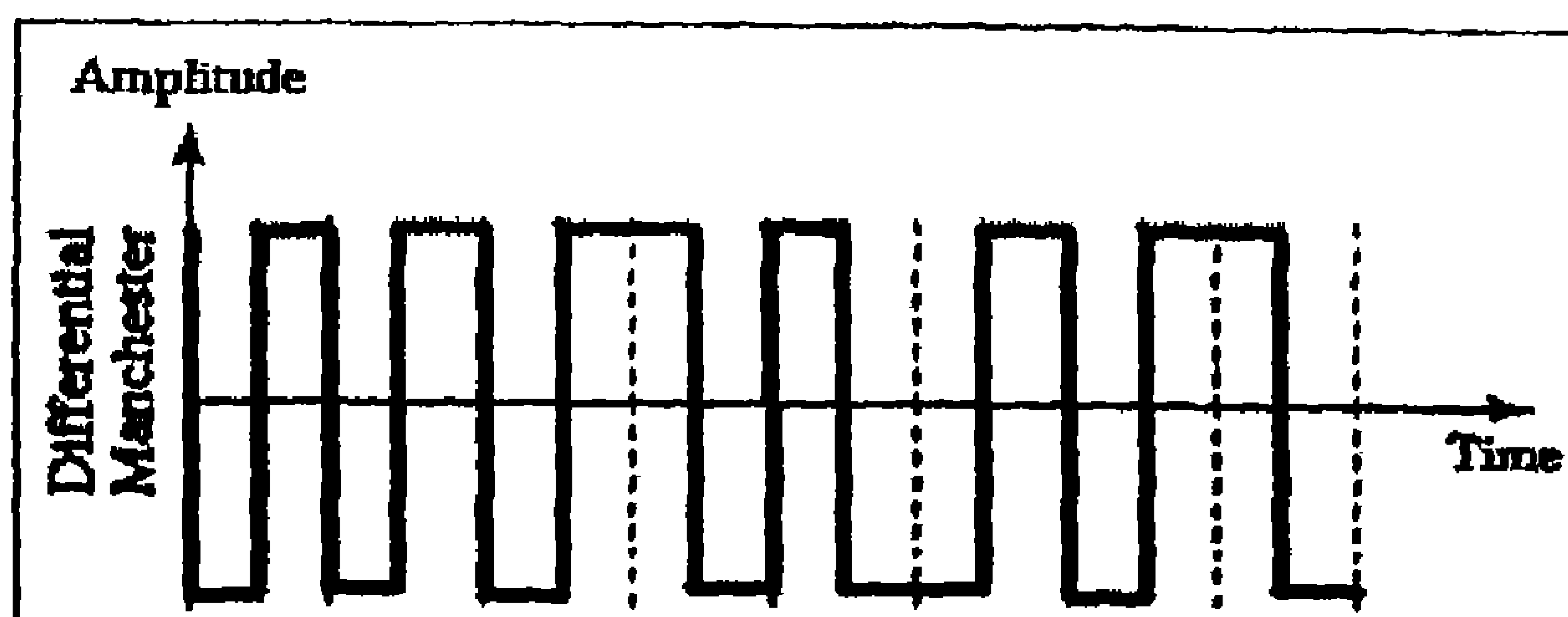
ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (01011101) باستخدام تقنيات التشفير Differential Manchester encoding

الحل:

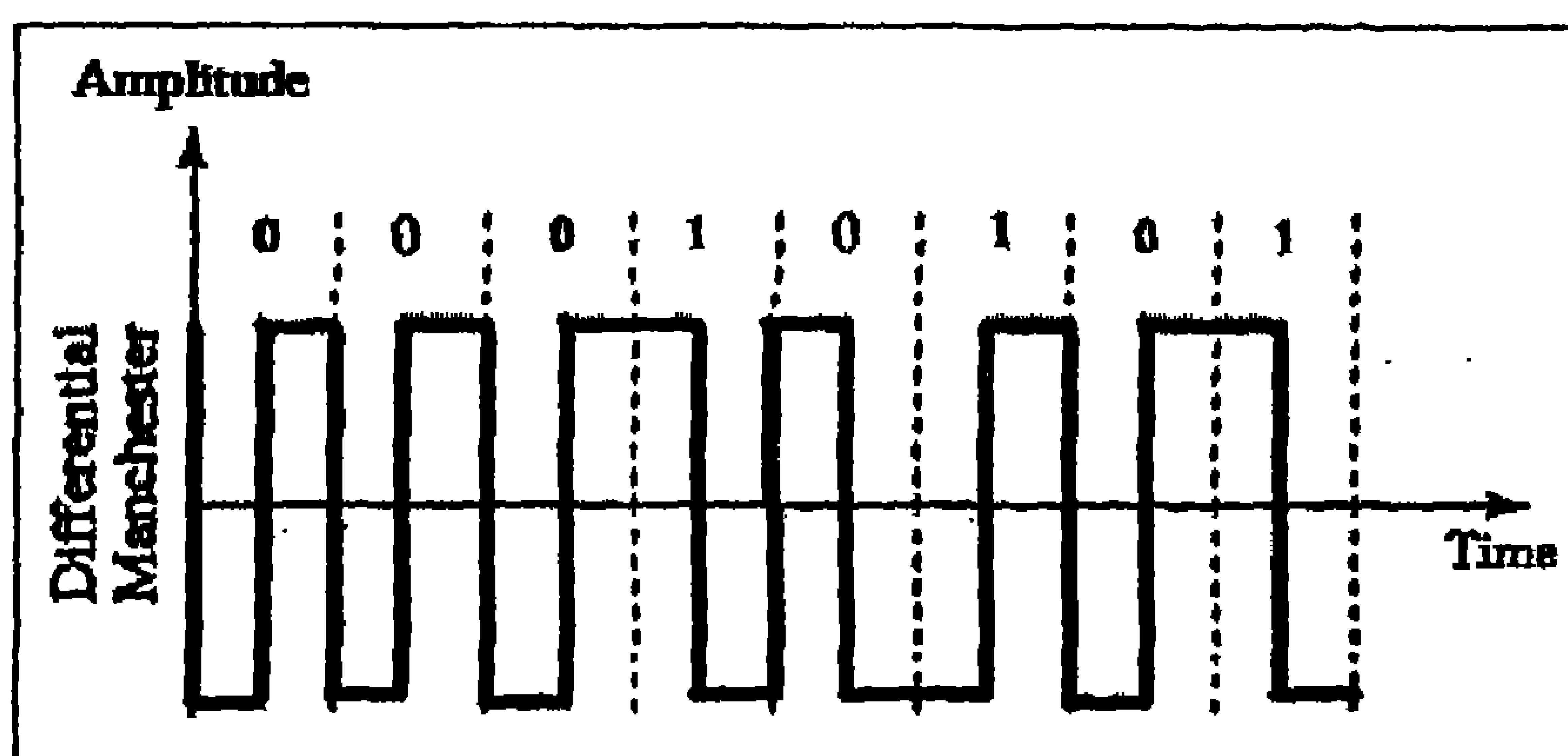


مثال10 :

تم تشفير البيانات باستخدام تقنية Differential Manchester encoding . أوجد قيمة البيانات الأصلية في حالة استقبال الإشارة التالية .



الحل:



البيانات الرقمية الأصلية هي: 0 0 0 1 0 1 0 1

الجدول رقم 1 يعقد مقارنة بين أنواع التشفير المتزامن RZ, Manchester and differential Manchester encoding من حيث وضع وكيفية تشفير البيانات وكذلك وضع وكيفية تحقيق التزامن

جدول 1: مقارنة بين أنواع التشفير المتزامن

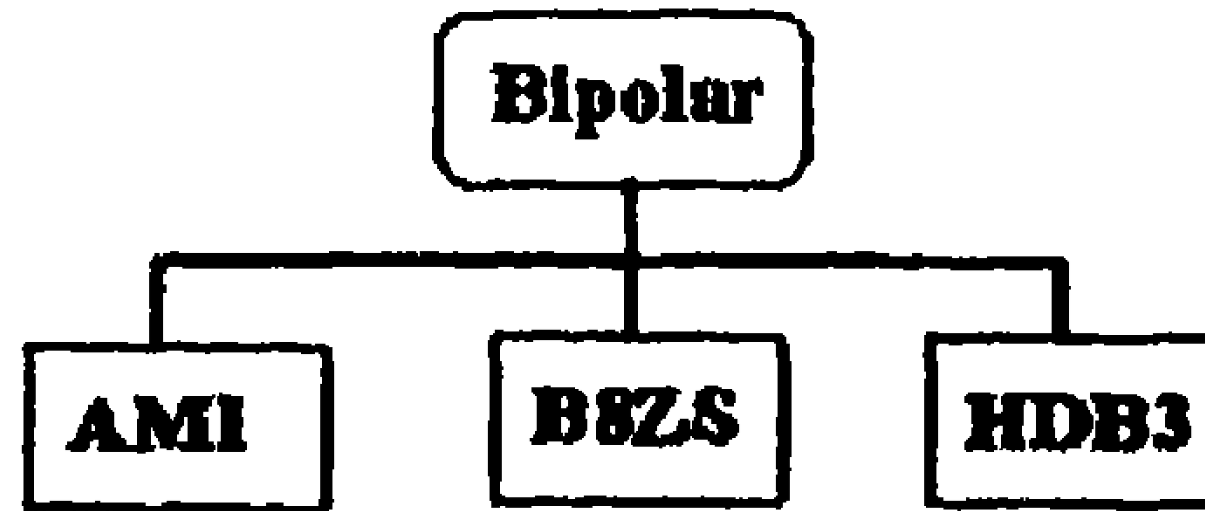
RZ, Manchester and differential Manchester encoding

نوع التقنية	وضع وكيفية تشفير البيانات			وضع وكيفية تحقيق التزامن	
	وضع تشفير البيانات	0	1	وضع التزامن	كيفية تحقيق التزامن
RZ	في أول فترة كل bit	مستوى سالب للإشارة	مستوى موجب للإشارة	في منتصف فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى صفر أو من موجب إلى صفر
Manchester	في منتصف فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من موجب إلى سالب	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب	في منتصف فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب أو العكس
Differential Manchester	في أول فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب أو العكس	ثبات مستوى الإشارة	في منتصف فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب أو العكس

2.3.3) التشفير ثنائي القطب Bipolar line encoding

في التشفير الثنائيّ القطب (bipolar encoding) نستخدم ثلاثة مستويات للإشارة: المستوى الموجب ومستوى الصفر والمستوى السالب. بخلاف تشفير RZ فأن تشفير bipolar encoding يستخدم المستوى الصفري لتشفير قيمة البيانات الرقمية 0

تنقسم تقنية التشفير Bipolar encoding إلى:



1) Bipolar Alternative Mark Inversion (AMI)

يعتبر AMI encoding أبسط أنواع التشفير Bipolar encoding. في هذا النوع يستخدم المستوى الصفري للإشارة في تشفير القيمة 0 وتغير مستوي الإشارة من سالب إلى موجب أو من موجب إلى سالب في تشفير القيمة 1 بشرط أن يكون مستوى الإشارة الموجب أو السالب للقيمة 1 عكس مستوى الإشارة لتشفير القيمة 1 السابق له مباشرة

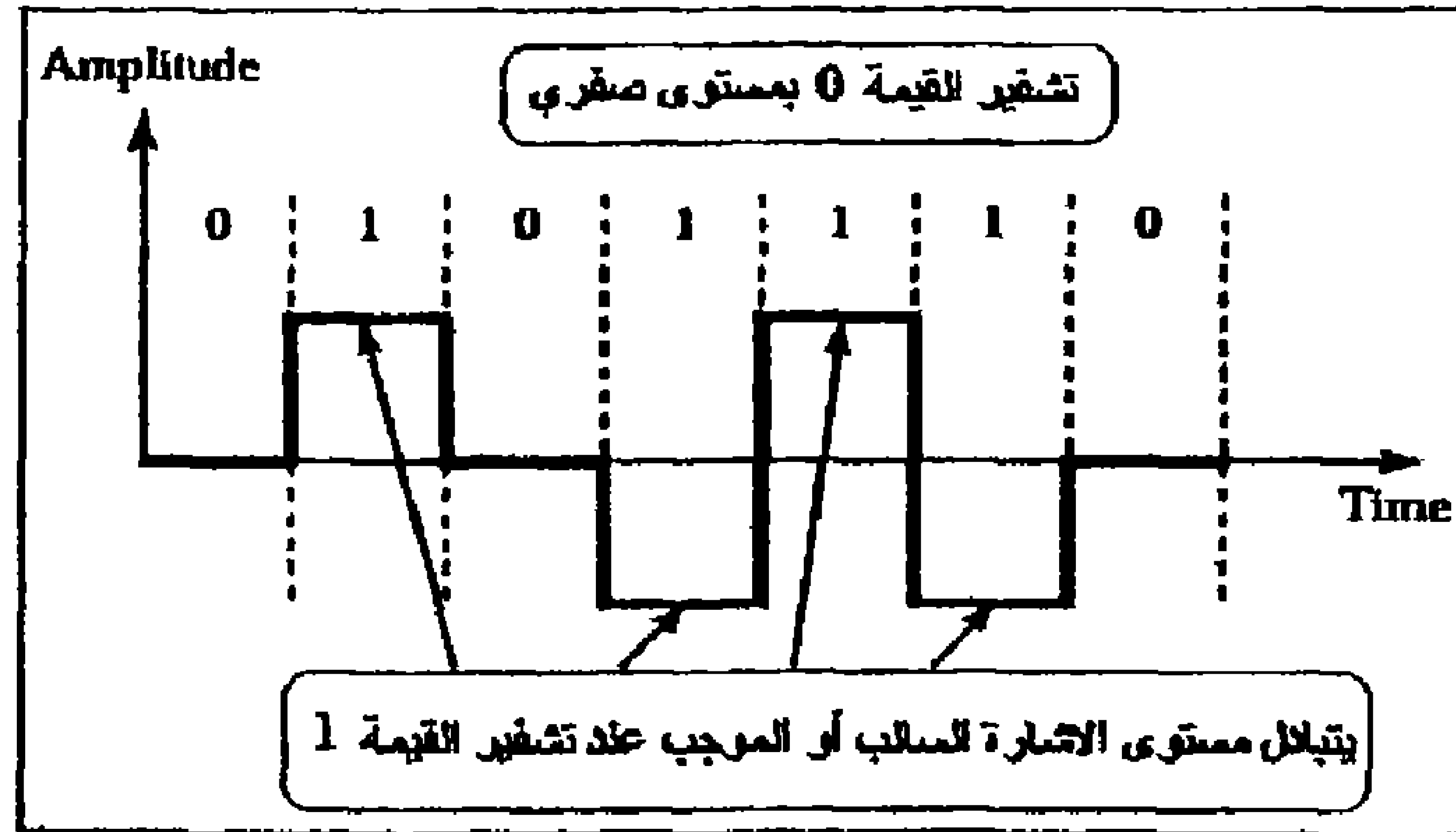
bit = 1 ⟶ level changes from negative to positive or vise versa

يستخدم تغير مستوي الإشارة من سالب إلى موجب أو من موجب إلى سالب في تشفير القيمة 1

bit = 0 ⟶ level = 0

يستخدم مستوى صفر في تشفير القيمة 0

الشكل رقم 16 يوضح استخدام تقنية AMI encoding في تشفير البيانات الرقمية (0101110)



شكل 16:استخدام تقنية AMI encoding في تشفير البيانات الرقمية (0101110)

بواسطة تغير المستوى عند تشفير القيمة 1 فأن AMI encoding يحقق التالي:

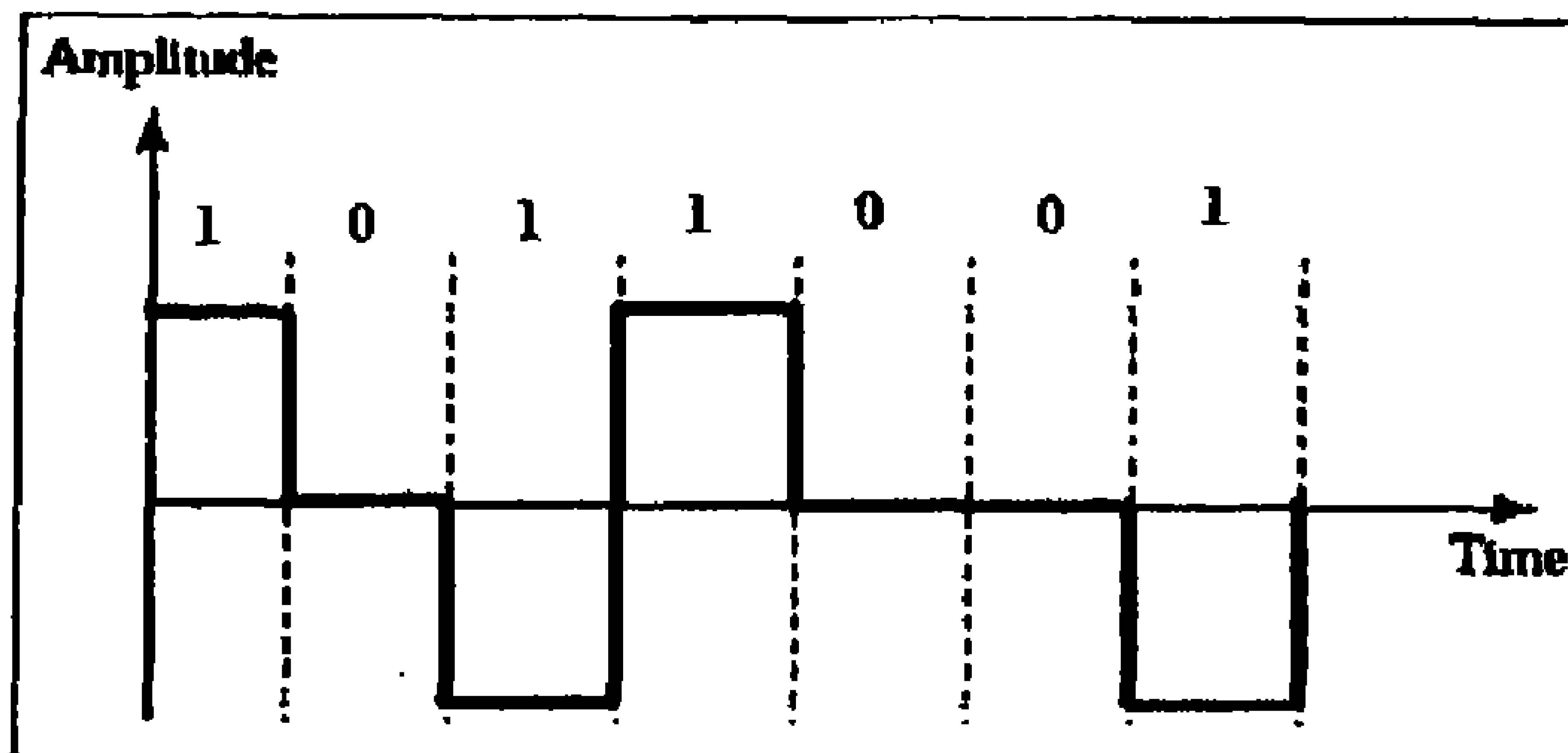
1) المركبة المستمرة للإشارة (DC component) تساوى صفر لتساوى عدد مستويات الإشارة السالبة والموجبة

2) تحقيق التزامن عند إرسال القيمة 1 فقط وذلك من خلال تغير مستوى الإشارة في حالة تشفير القيمة 1

أحد عيوب AMI encoding أنه لا يوجد آلية لتحقيق التزامن عند وجود عدد كبير من 0's المتعاقبة ولذلك يتم استخدام تقنيتي B8ZS و HDB3 لتحقيق التزامن في هذه الحالة

مثال11 :

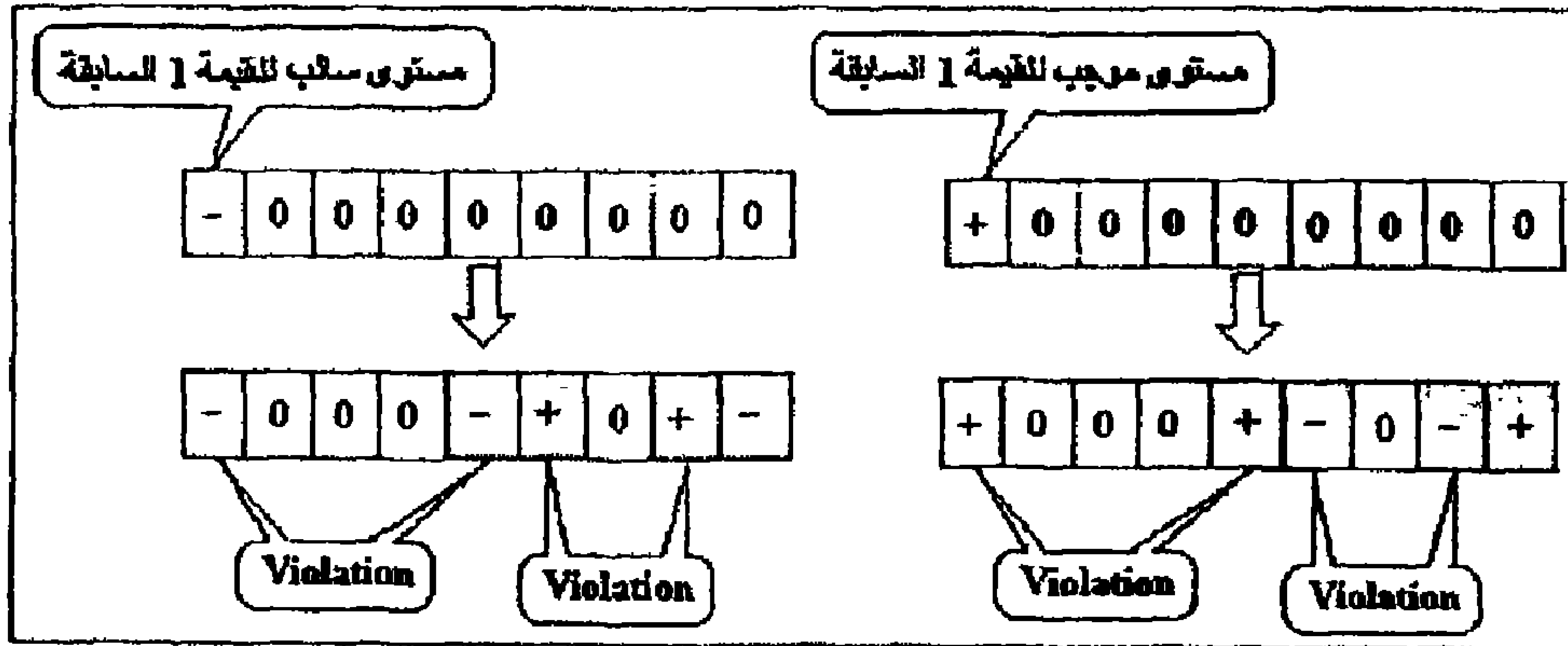
ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (1011001) باستخدام تقنيات التشفير AMI encoding



Bipolar 8-Zero Substitution (B8ZS) (2

تستخدم هذه الطريقة لتحقيق التزامن عند حدوث 0's بصورة متعاقبة. في حالة تشفير القيمة 1 تكون B8ZS مشابهة لتقنية AMI حيث يتم تغير مستوى الإشارة من صفر إلى موجب أو من سالب إلى صفر مع العلم أن هذا التغير يستخدم لتحقيق التزامن عند تشفير القيمة 1. لتحقيق التزامن عند حدوث ثمانية 0's أو أكثر بصورة متعاقبة فأن تقنية B8ZS تفرض ميكانيزم اصطناعي لمستوى الإشارة يسمى (violation) على النحو التالي

- عندما يظهر ثمانية 0's متتالية فان B8ZS تقوم بتغيير هيكل/ نمط (pattern) الإشارة بناء على مستوى الإشارة الموجب أو السالب للقيمة 1 التي تسبق هذه 0's
- إذا كان مستوى الإشارة موجب للقيمة 1 السابقة للثمانية 0's فان الثمانية 0's يتم تشفيرهم على النحو التالي: (مستوى صفري - مستوى صفري - مستوى صفري – مستوى موجب - مستوى سالب - مستوى صفري – مستوى سالب – مستوى موجب)
- إذا كان مستوى الإشارة سالب للقيمة 1 السابقة للثمانية 0's فان الثمانية 0's يتم تشفيرهم على النحو التالي: (مستوى صفري - مستوى صفري - مستوى صفري – مستوى سالب - مستوى موجب - مستوى صفري – مستوى موجب – مستوى سالب). الشكل رقم 17 يوضح استخدام تقنية B8ZS في تشفير البيانات الرقمية (100000000)
- عندما يجد المستقبل مستويان موجبان متعاقبان محاطان بثلاثة 0's فانه سيتم التعرف على الهيكل/ النمط (pattern) وينتظر (يتأنى مليا) إلى زوج آخر من violation المتوقعة وعندما يجدهم فانه سيترجم 8 bits على أنهم ثمانية 0's



شكل 17: استخدام تقنية B8ZS في تشفير البيانات الرقمية (100000000)

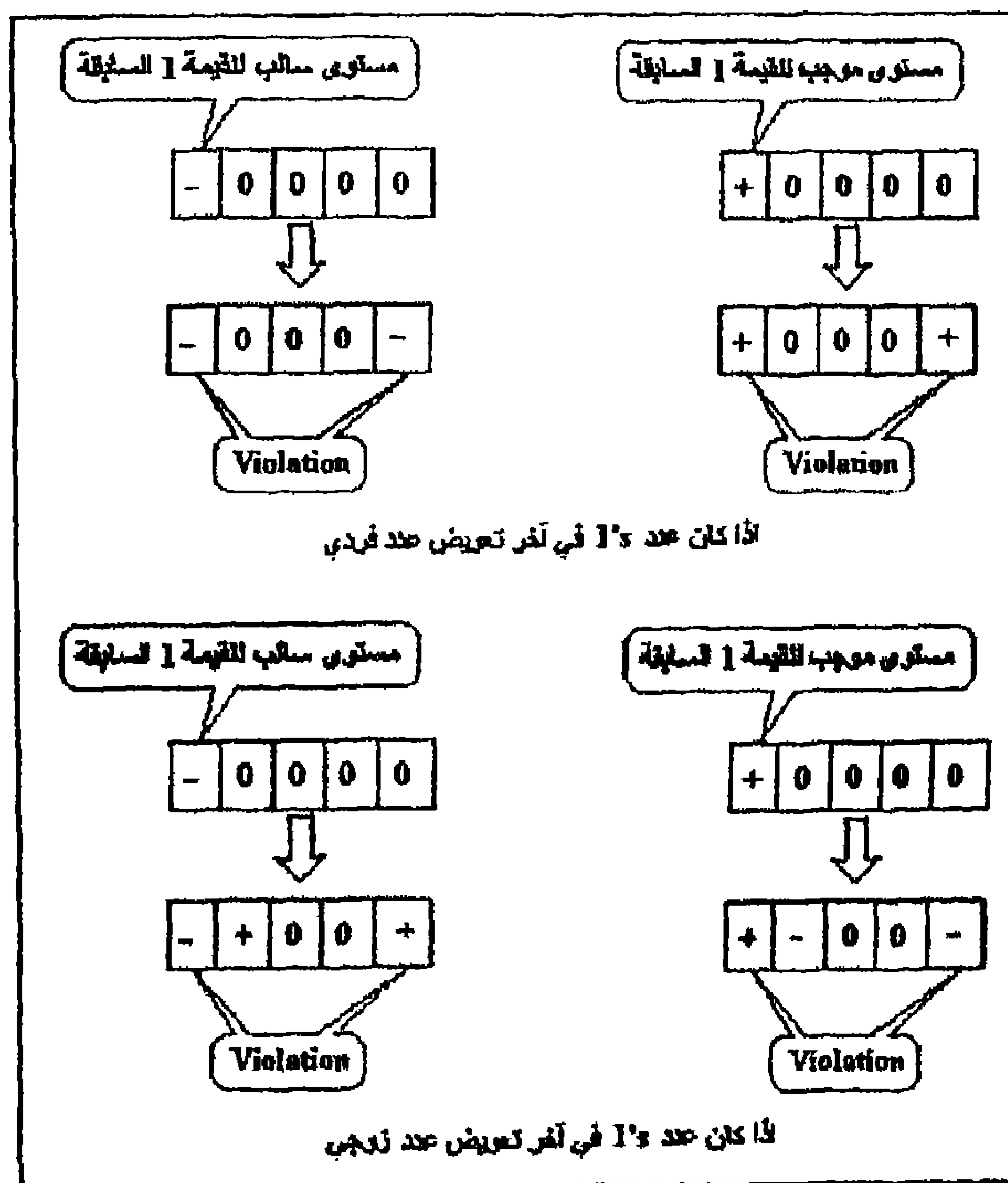
High-Density Bipolar 3 (HDB3) (3

مشكلة التزامن في حالة وجود 0's المتعاقبة تم حلها في تقنية HDB3 بطريقة مختلفة عن B8ZS حيث أنه يتم تغير الهيكل كلما ظهر أربعة 0's متتالية ولا يتم الانتظار لثمانية 0's كما هو الحال في B8ZS. مثلما حدث في B8ZS فان نمط violation في حالة HDB3 يبنى على أساس مستوى الإشارة للقيمة 1 السابقة ولكن خلافا BZ8Z فان HDB3 ينظر إلى عدد 1's الموجودة في سيل البيانات (stream of bits) منذ آخر تعويض (last substitution) على النحو التالي

- عندما يكون عدد 1's في آخر تعويض فردي فان HDB3 تضع violation في مكان الصفر الرابع.
  - فإذا كان مستوى الإشارة للقيمة موجبا للقيمة 1 السابقة فان violation يكون موجبا
  - وإذا كان مستوى الإشارة سالبا للقيمة 1 السابقة فان violation يكون سالبا
- عندما يكون عدد 1's في آخر تعويض زوجي فان HDB3 تضع violation في مكان الصفر الأول والصفر الرابع.

- فإذا كان مستوى الإشارة للقيمة موجبا للقيمة 1 السابقة فان كلا violation يكون سالبا
- وإذا كان مستوى الإشارة سالبا للقيمة 1 السابقة فان كلا violation يكون موجبا

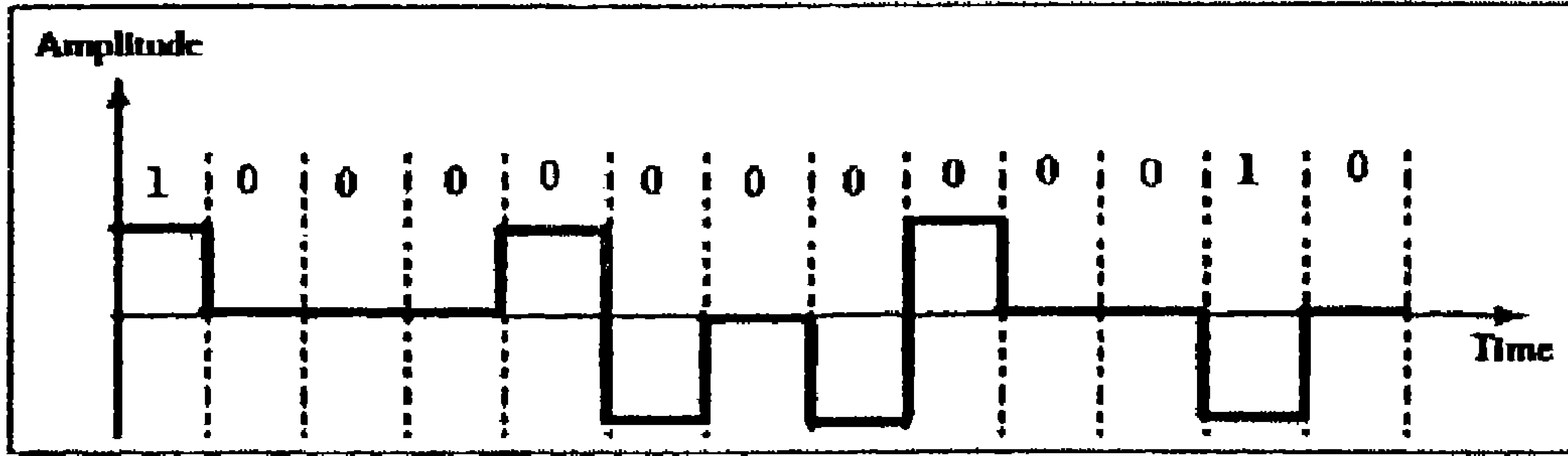
الشكل رقم 18 يوضح استخدام تقنية HDB3 في تشفير البيانات الرقمية (10000)



شكل 18: استخدام تقنية HDB3 في تشفير البيانات الرقمية (10000)

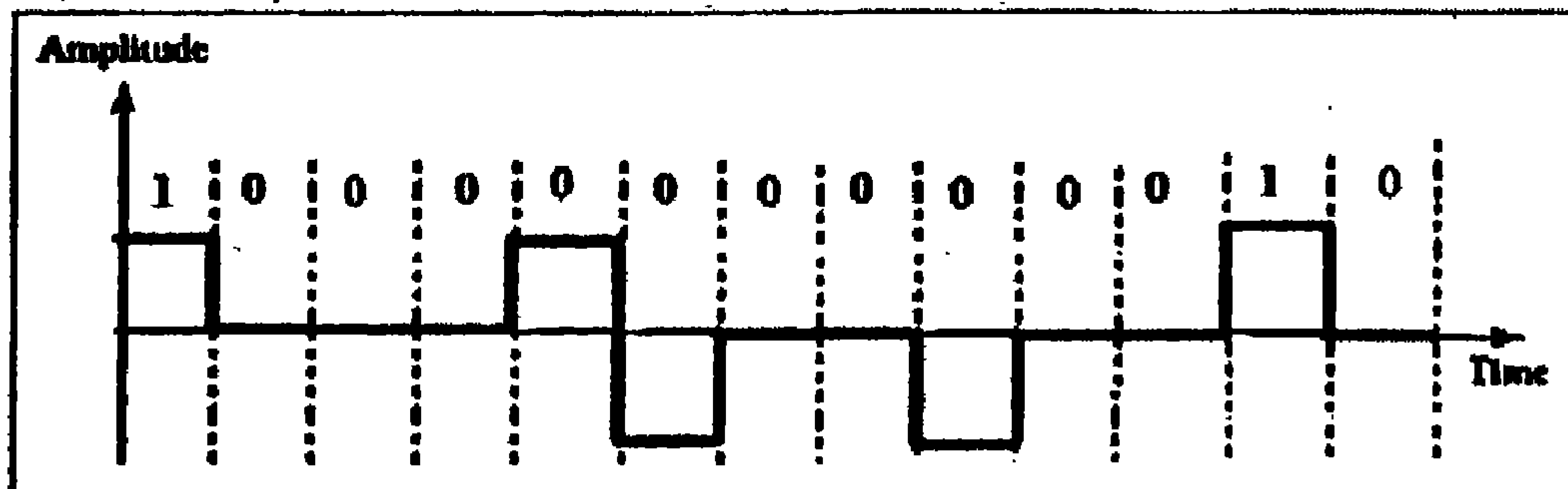
مثال12 :

باستخدام تقنية B8ZS وبفرض مستوى الإشارة الموجب للقيمة 1 السابقة أجري عملية التشفير لسيل البيانات الرقمية 1000000000010



مثال13 :

باستخدام تقنية HDB3 وبفرض عدد 1's السابقة عدد فردي وأن مستوى الإشارة لأول 1 مستوى موجب أجري عملية التشفير لسيل البيانات الرقمية 1000000000010

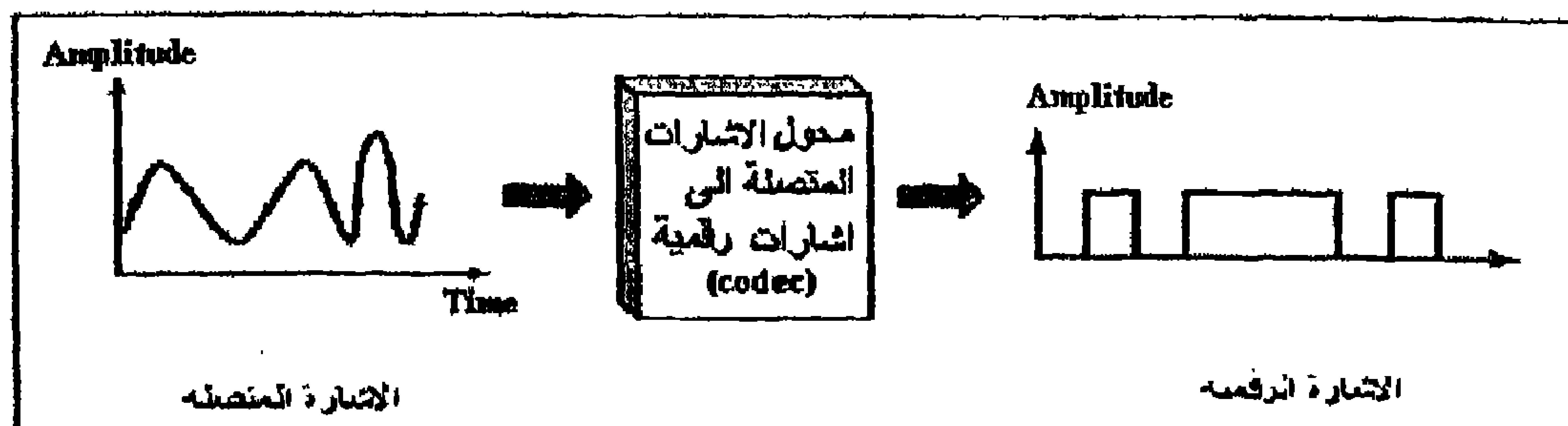


2.4) تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية

ANALOG-TO-DIGITAL CONVERSION

في بعض الأحيان نحتاج أن نحول الإشارة المتصلة إلى إشارة رقمية فعلى سبيل المثال لإرسال الصوت لمسافة بعيدة نحتاج لتحويله إلى إشارة رقمية لأن الإشارات الرقمية أقل تعرضا للضوضاء.

الشكل رقم 19 يوضح عملية تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية (analog-to-digital conversion) باستخدام codec

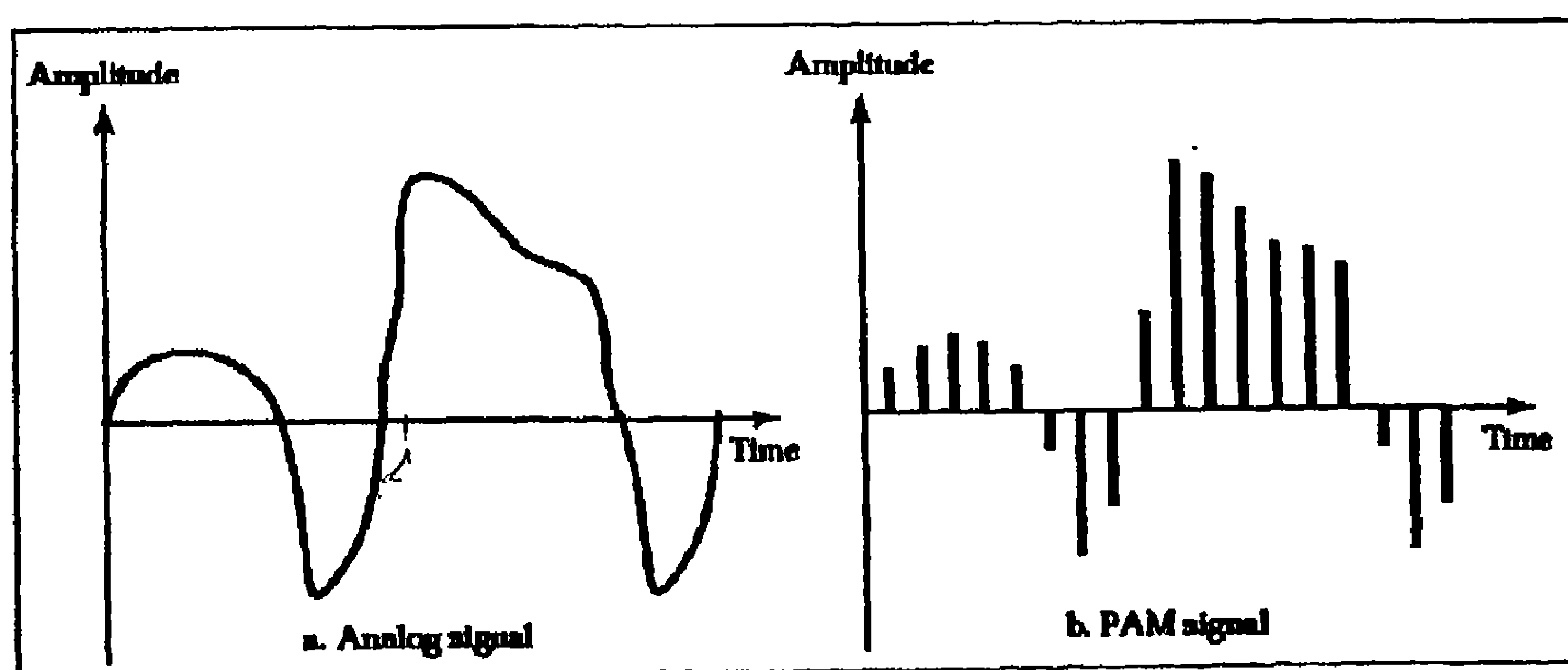


شكل 19 : عملية تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية

codec باستخدام (analog-to-digital conversion)

1) التكيف النبضي السعوي Pulse Amplitude Modulation (PAM)

الخطوة الأولى في تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية تسمى التكييف النبضي السعوي (pulse amplitude modulation). هذه التقنية تأخذ الإشارة المتصلة وتقطعها بمعدل ثابت (sampling rate) لإنتاج سلسلة من الشرائح ذات السعات المختلفة . عملية Sampling يعني تقطيع الإشارة المتصلة عند فترات متساوية تسمى sampling period لإنتاج شرائح ذات سعات مختلفة مساوية لسعة الإشارة المتصلة الأصلية عند لحظة التقطيع. الشكل رقم 20 يوضح عملية PAM



شكل 20: عملية PAM

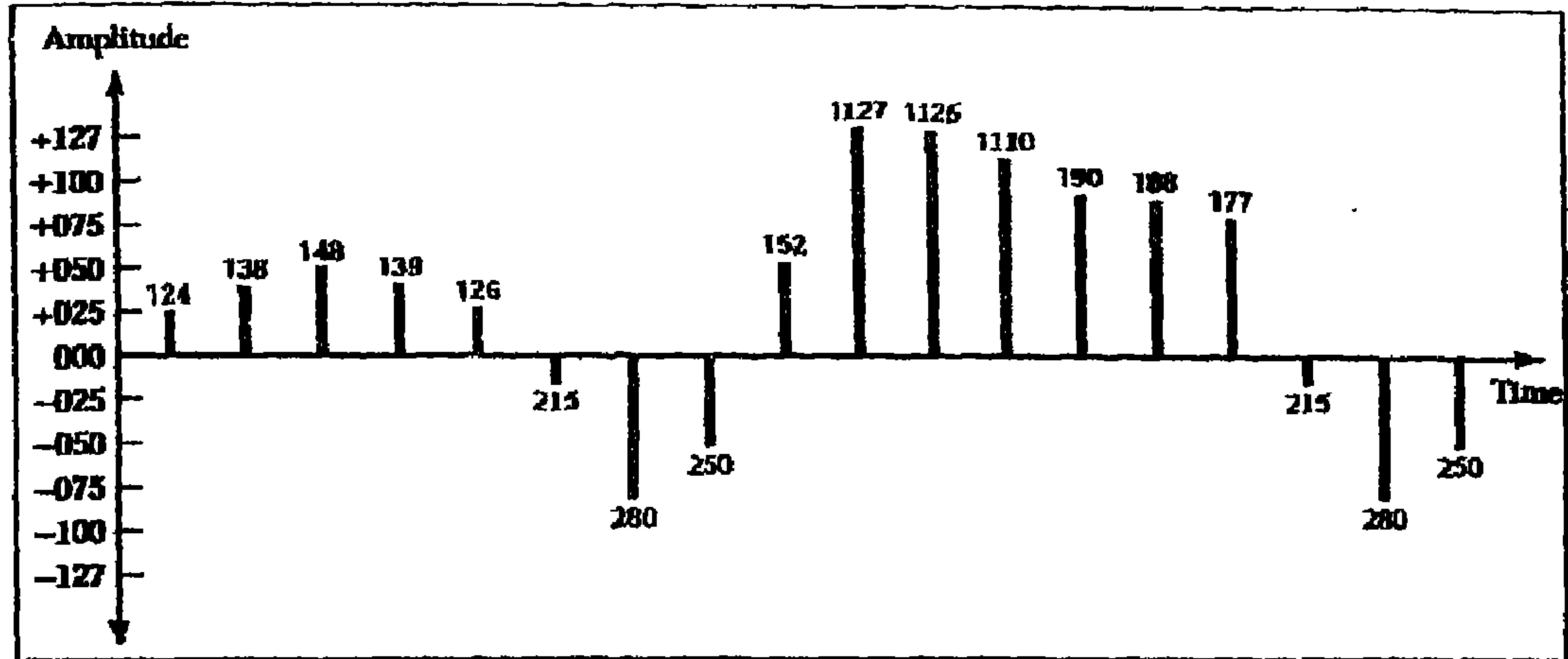
لا يتم إرسال الإشارة المكيفة تكيف نبضي سعوي عبر وسط الإرسال حيث أنها ما زالت غير ملائمة للإرسال .

التكيف النبضي السعوي Pulse amplitude modulation له بعض التطبيقات ولكنه لا يمكن استخدامه بصورة مستقلة في الاتصالات . التكيف النبضي السعوي Pulse amplitude modulation يعتبر الخطوة الأولى في تقنية أخرى للتحويل أكثر شيوعا والتي تسمى التكيف النبضي المشفر (pulse code modulation)

2) التكيف النبضي المشفر Pulse code modulation (PCM)

التكيف النبضي المشفر (PCM) يستخدم لتحويل الشرائح الناتجة من PAM إلى إشارة رقمية من خلال الخطوات التالية .

1) عملية Quantization والتي تعني تحديد قيمة صحيحة لكل شريحة عند لحظات التقطيع(sampling period) المتساوية. الشكل رقم 21 يوضح عملية Quantization. الجدول رقم 2 يوضح مقدار التحويل الثنائي لقيم الشرائح (التحويل من نظام عشري إلى نظام ثنائي decimal to binary conversion). حيث أن قيمة كل شريحة تمثل رقم ثنائي يحتوي 7 bits بالإضافة إلى bit ثامن يمثل إشارة الرقم (0 للإشارة الموجبة و 1 للإشارة السالبة)
2) قيمة كل شريحة تحول إلى إشارة رقمية يمكن تشفيرها باستخدام التشفير أحادي القطبية (unipolar encoding) ثم إرسالها عبر وسط الإرسال. الشكل رقم 22 يوضح عملية تحويل الرقم الثنائي المناظر لقيمة الشرائح الثلاث الأولى إلى إشارة رقمية. الشكل رقم 23 يوضح عمليات تحويل الإشارة المتصلة إلى إشارة رقمية

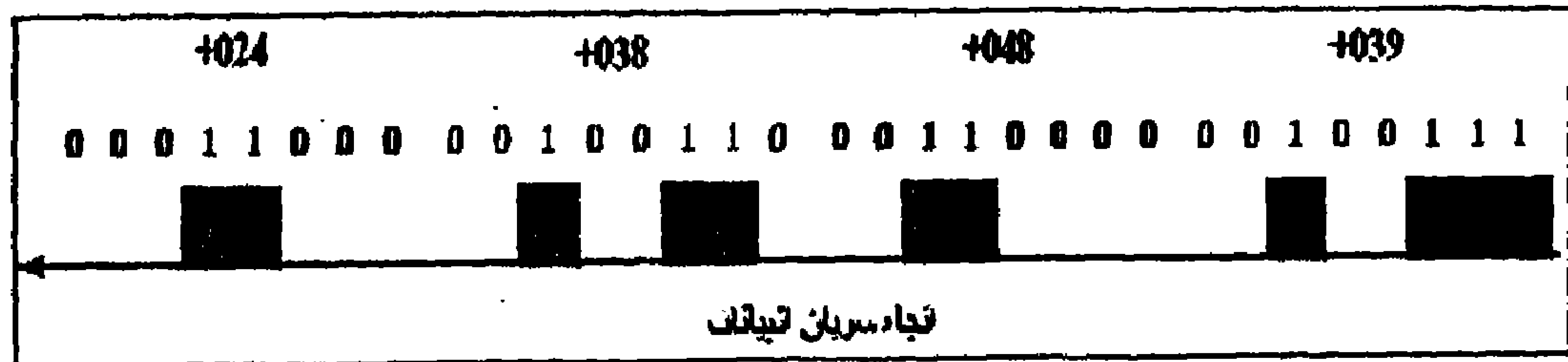


شكل 21: عملية Quantization

جدول 2: تحويل قيم الشرائح إلى قيم ثنائية (تحويل من نظام عشري إلى نظام ثنائي)

+024	00011000	−015	10001111	+125	01111101	−015	10001111
+038	00100110	−080	11010000	+110	01101110	−080	11010000
+048	00110000	−050	10110010	+090	01011010	−050	10110010
+039	00100111	+052	00110110	+088	01011000		
+026	00011010	+127	01111111	+077	01001101		

Sign bit
+ is 0 − is 1



شكل 22: تحويل الرقم الثنائي المناظر لقيمة الشرائح الثلاث الأولى إلى إشارة رقمية

Sampling frequency and bit rate معدل العينات ومعدل البتات

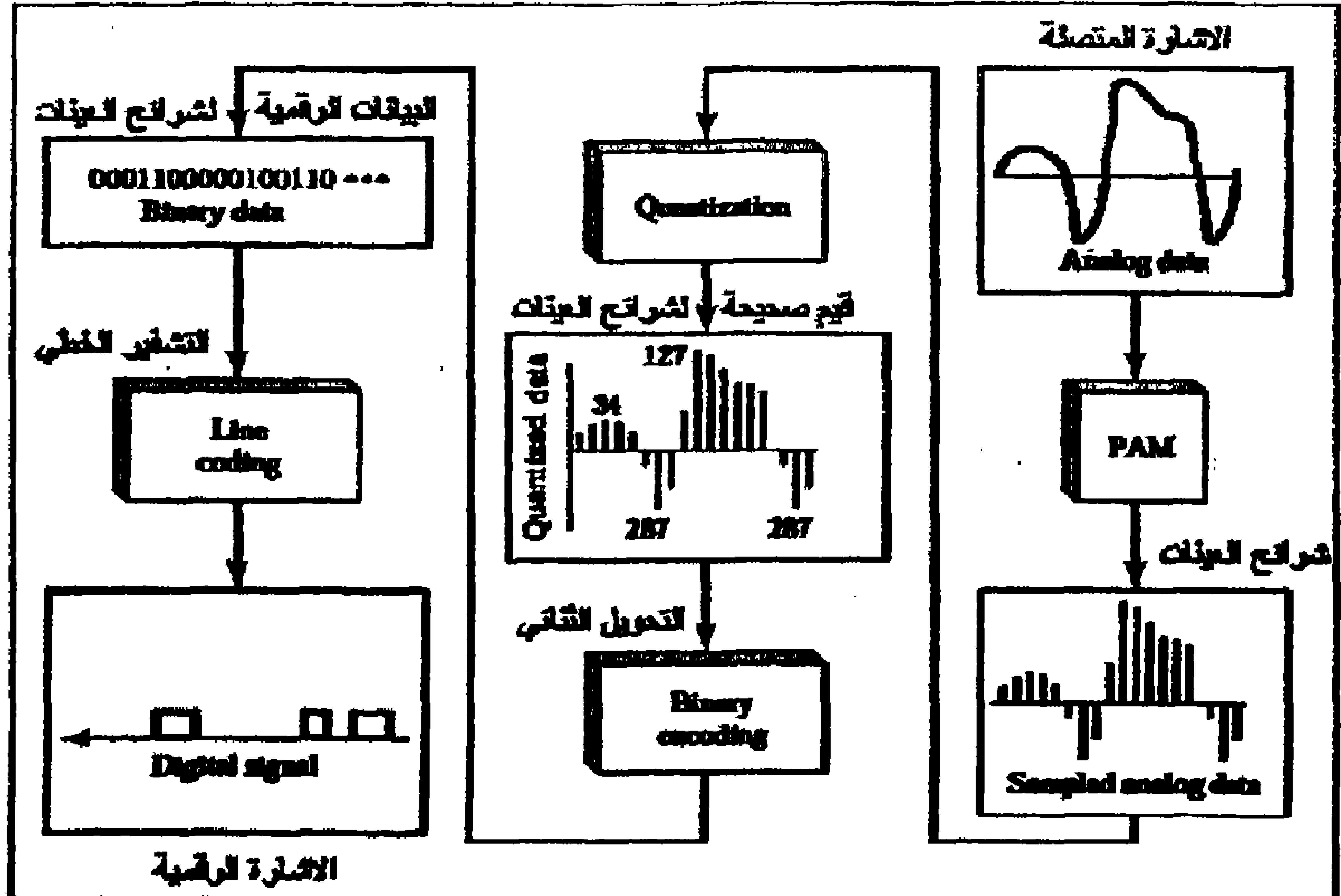
يمكن حساب معدل العينات (sampling frequency) تبعا لنظرية Nyquist باستخدام المعادلة التالية

$$sampling\ rate \geq 2 * highest\ \ frquency$$

معدّل العيّنات أكبر من أو يساوي ضعف أعلى تردد

$$Bit\ rate = samplin\ rate * number\ of\ bits\ per\ sample$$

معدّل البتات يساوي معدل العينات مضروبا في عدد البتات في كل عينة



شكل 23 : عمليات تحويل الإشارة المتصلة إلى إشارة رقمية

مثال14 :

أحسب معدل العينات لإشارة لها مدي ترددي يساوي 5000 Hz (من 1000 Hz إلى 6000 Hz)

الحل:

حيث أن معدّل العيّنات يجب أن يكون أكبر من أو يساوي ضعف أعلى تردد

$$Sampling\ rate \geq 2 * 6000$$
$$\geq 12000\ \text{samples/sec}$$

مثال15 :

إشارة قطعت إلى عينات. تتطلب كلّ عيّنة على الأقل 12 مستوى من الدقة (+ 0 إلى + 5 و - 0 إلى - 5) . كمّ بت يمكن إرسالها عن كل عيّنة

الحل :

حيث أن عدد المستويات 12 مستوي (من +0 إلى +5 ومن -0 إلى -5) فإننا نحتاج إلى 4 bits لكل عينة (3 bits لقيمة المستوى بالإضافة إلى one bit للإشارة (0 للإشارة الموجبة و 1 للإشارة السالبة)

+5=(0 101) +4=(0100) +3=(0 011) +2=(0 010)

+1=(0 001) +0=(0 000) -5=(1 101) -4=(1100)

-3=(1 011) -2=(1 010) -1=(1 001) -0=(1 000)

قيمة ذات 3 bits يمثل $2^3 = 8$ مستويات (000 إلى 111) التي تتضمن ما نحتاج إليه (6 مستويات موجبه أو سالبه) .قيمة ذات 2 bits غير كافية حيث أن $2^2 = 4$ مستويات.

قيمة ذات 4 bits أكثر مما نحتاج إليه لأن $2^4 = 16$ مستوى .

مثال16 :

نريد تحويل الصوت إلى إشارات رقمية . أحسب معدّل bits (bit rate) بفرض 8 bits لكلّ عيّنة

الحل :

يحتوي الصوت على الترددات من 0 Hz إلى 4000 Hz

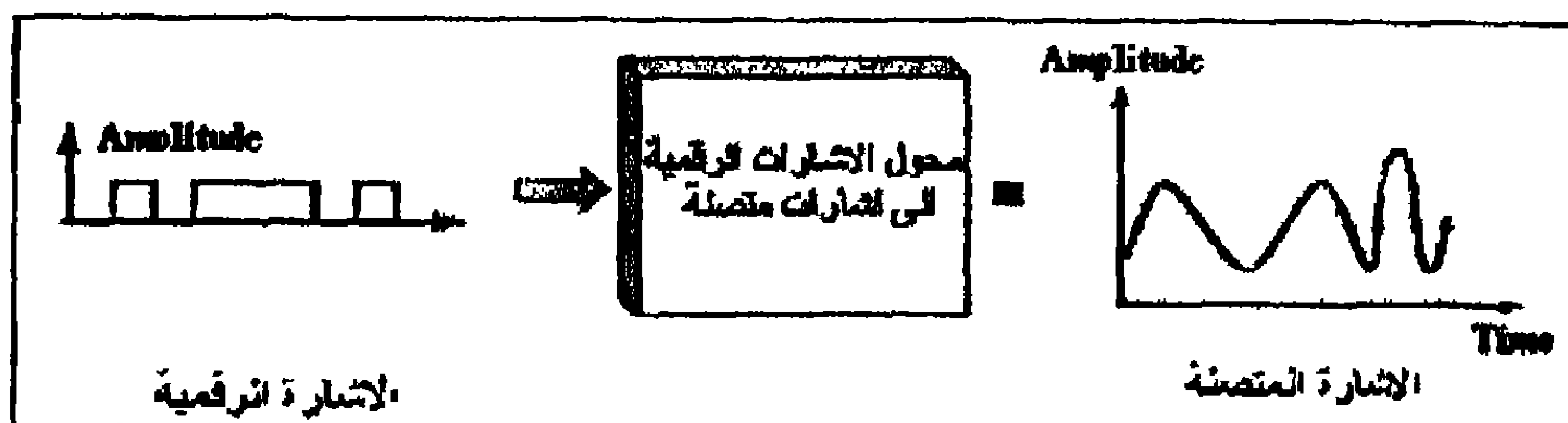
معدّل العيّنات (sampling frequency) $\leq$ 2 * 4000 $\leq$ 8000 عيّنة / ثانية

معدّل bits (bit rate)=معدل العينات*عدد bits لكل عينة= 8* 8000 = 64000 bps

2.5) تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة

DIGITAL-TO-ANALOG CONVERSION (MODULATION)

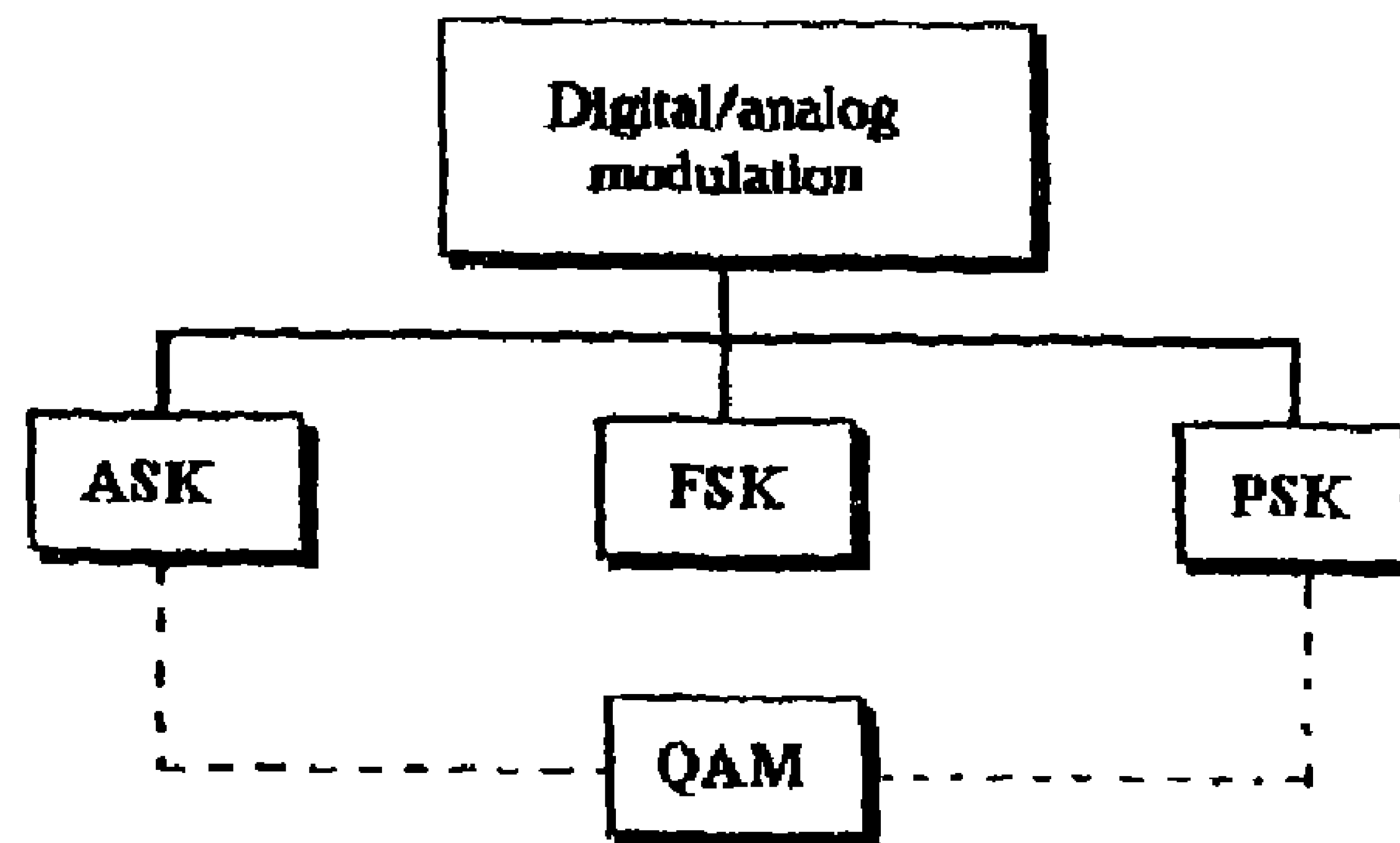
تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة هي عملية تغيير خصائص أو عوامل الإشارة الجيبية (amplitude, frequency and phase) بناء على البيانات الموجودة في الإشارة الرقمية (0's and 1's). عند إرسال بيانات الحاسب الشخصي الرقمية خلال كابلات التليفون يجب تحويلها إلى إشارات متصلة. الشكل رقم 24 يوضح عملية تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة (digital -to-analog conversion) باستخدام modem



شكل 24 : تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة
(digital -to-analog conversion)

الإشارة الجيبية بعد تغيير أحد عواملها تبعا للبيانات الموجودة في الإشارة الرقمية تسمى modulated signal . تغيير أي عامل من عوامل الإشارة الجيبية يحدد نوع modulation . يوجد أربعة تقنيات تستخدم لتحويل الإشارات الرقمية إلى أشارات متصلة:

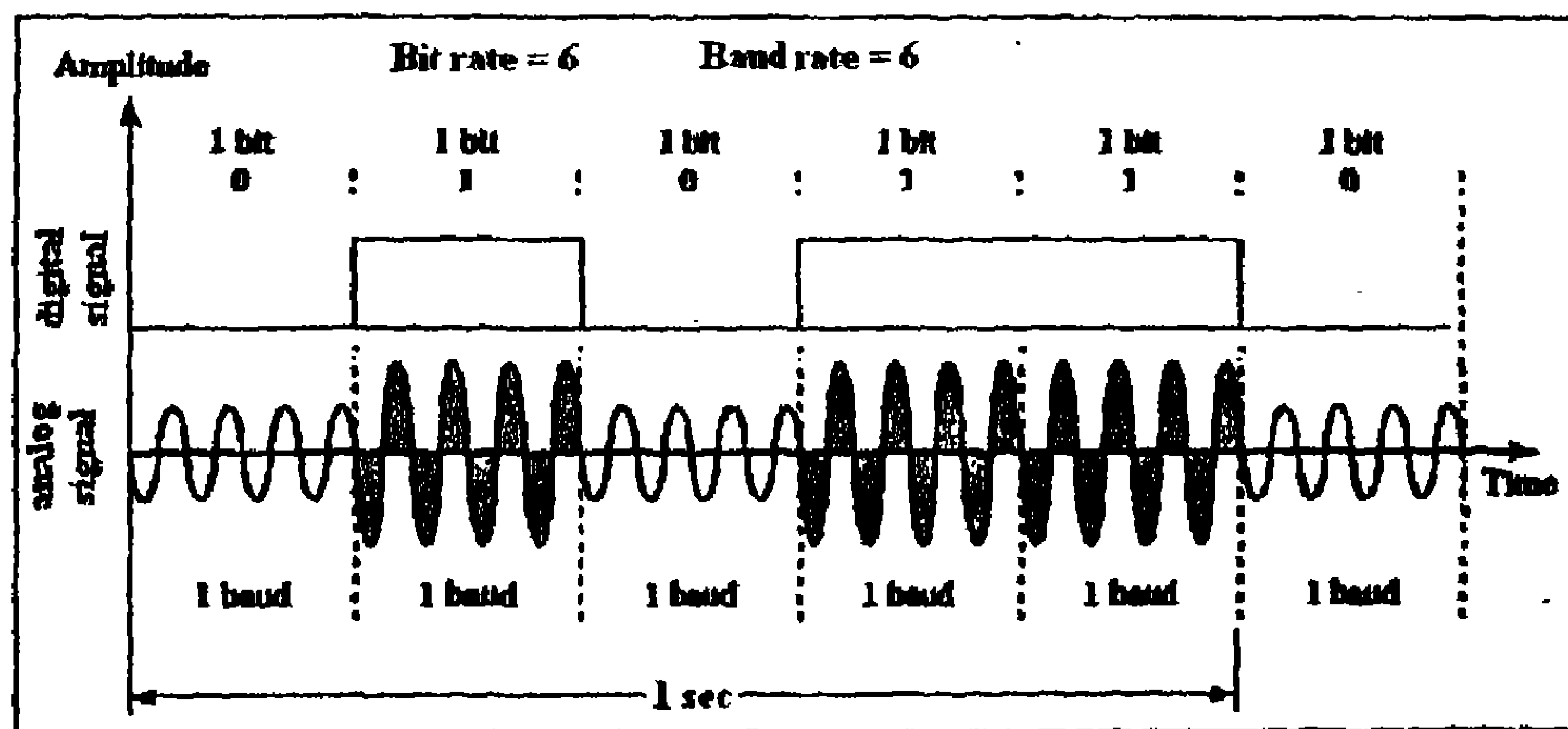
a) Amplitude Shift Keying (ASK)
b) Frequency Shift Keying (FSK)
c) Phase Shift Keying (PSK)
d) Quadrature Amplitude Modulation (QAM)



Amplitude Shift Keying(ASK) (a

تقنية ASK تعتمد على تغيير سعة (amplitude) الإشارة الجيبية تبعا للبيانات الرقمية الموجودة في الإشارة الرقمية لإنتاج modulated signal . الشكل 25 يوضح عملية ASK لتحويل إشارة رقمية (تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 010110) إلى إشارة متصلة. السعة العالية تمثل القيمة الرقمية 1 والمنخفضة المنخفضة تمثل القيمة الرقمية 0.

من الشكل 25 يتبين أن معدل bits (bit rate) يساوي 6 bps ومعدل baud يساوي 6 baud /sec

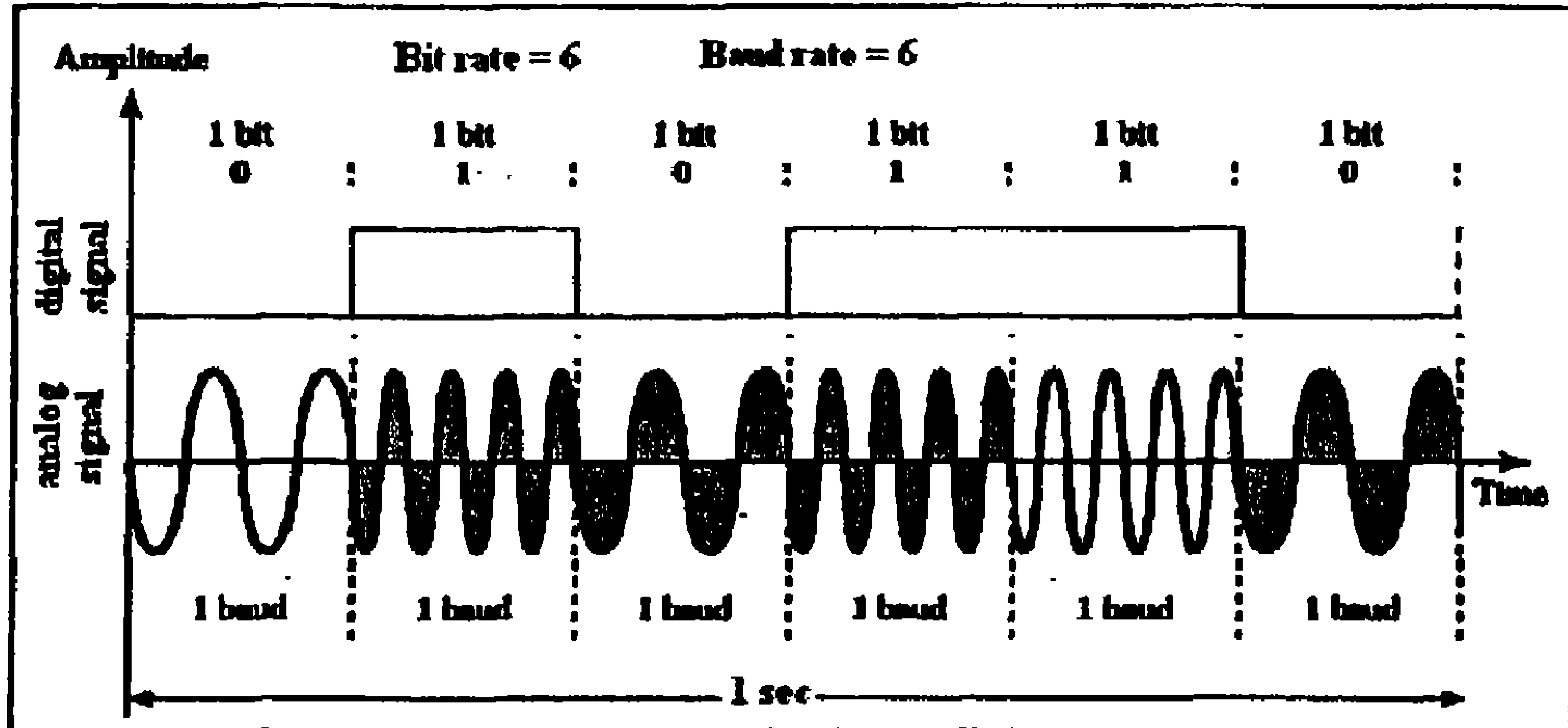


شكل 25:عملية ASK لتحويل إشارة رقمية تحتوي على البيانات (010110) إلى إشارة متصلة

Frequency Shift Keying(FSK) (b

تقنية FSK تعتمد على تغيير تردد (frequency) الإشارة الجيبية تبعا للبيانات الرقمية الموجودة في الإشارة الرقمية لإنتاج modulated signal . الشكل 26 يوضح عملية FSK لتحويل إشارة رقمية (تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 010110) إلى إشارة متصلة. التردد العالي تمثل القيمة الرقمية 1 والتردد المنخفض تمثل القيمة الرقمية 0.

من الشكل 26 يتبين أن معدل bits (bit rate) يساوي 6 bps ومعدل baud يساوي 6 baud /sec

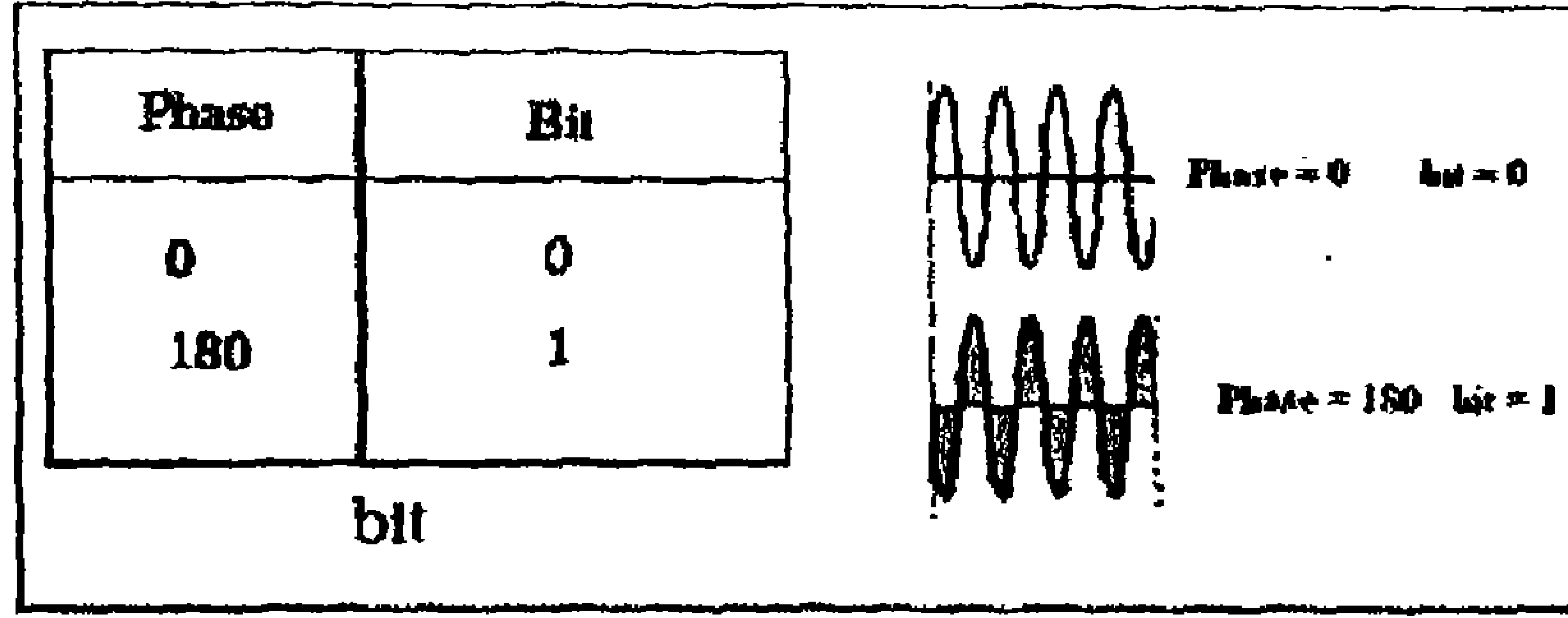


شكل 26: عملية FSK لتحويل إشارة رقمية
(تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 01101) إلى إشارة متصلة

Phase Shift Keying(PSK) (c

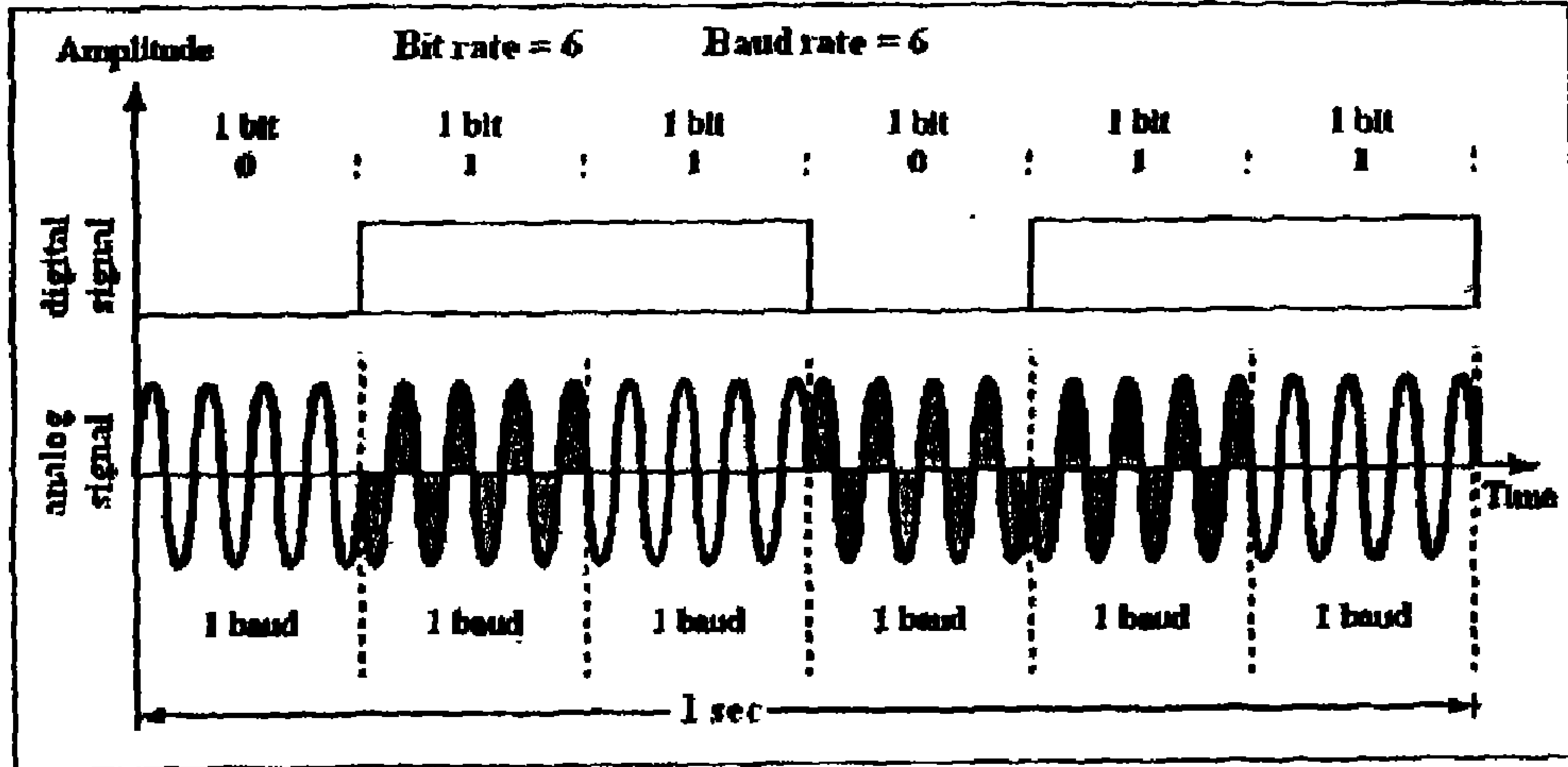
تقنية PSK تعتمد على تغيير طور (phase) الإشارة الجيبية تبعا للبيانات الرقمية الموجودة في الإشارة الرقمية لإنتاج modulated signal .

الشكل رقم 27 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية 1 and 0 في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على bit واحد (baud = one bit)



شكل 27 : مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية 0 and 1
في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على bit واحد (baud = one bit)

الشكل 28 يوضح عملية PSK لتحويل إشارة رقمية (تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 011011) إلى إشارة متصلة. الطور 0 درجة يمثل القيمة الرقمية 0 والطور 180 درجة يمثل القيمة الرقمية 1. من الشكل 28 يتبين أن معدل bits (bit rate) يساوي 6 bps ومعدل baud يساوي 6 baud /sec.



شكل 28: عملية PSK لتحويل إشارة رقمية
(تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 011011) إلى إشارة متصلة

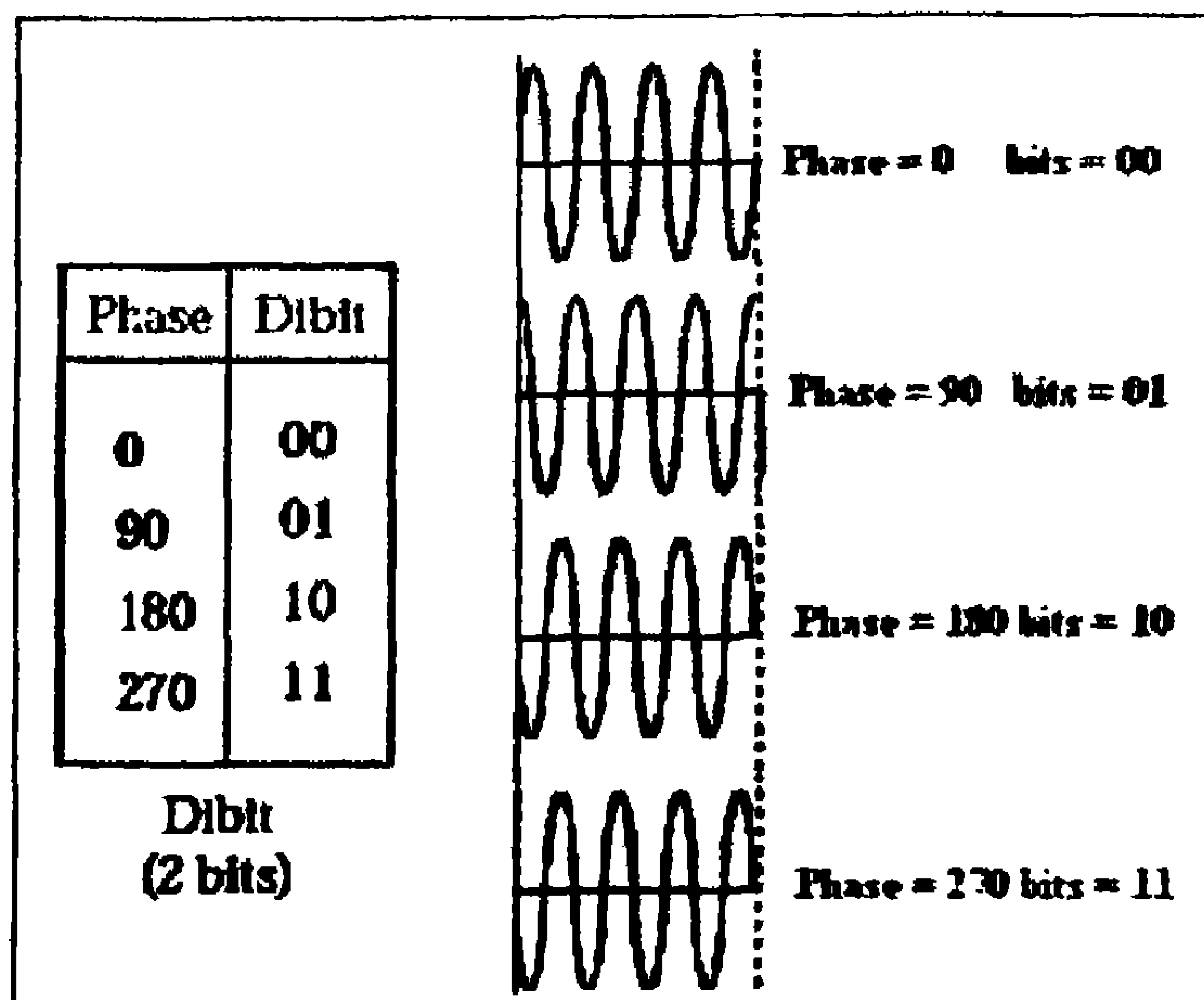
يوجد طرق متعددة تستخدم تقنية PSK تبعا لعدد bits الموجودة في كل وحدة للإشارة (baud). سنوضح في الجزء التالي طريقتان تستخدم PSK :

- 4-PSK and

- 8-PSK methods

The 4-PSK method

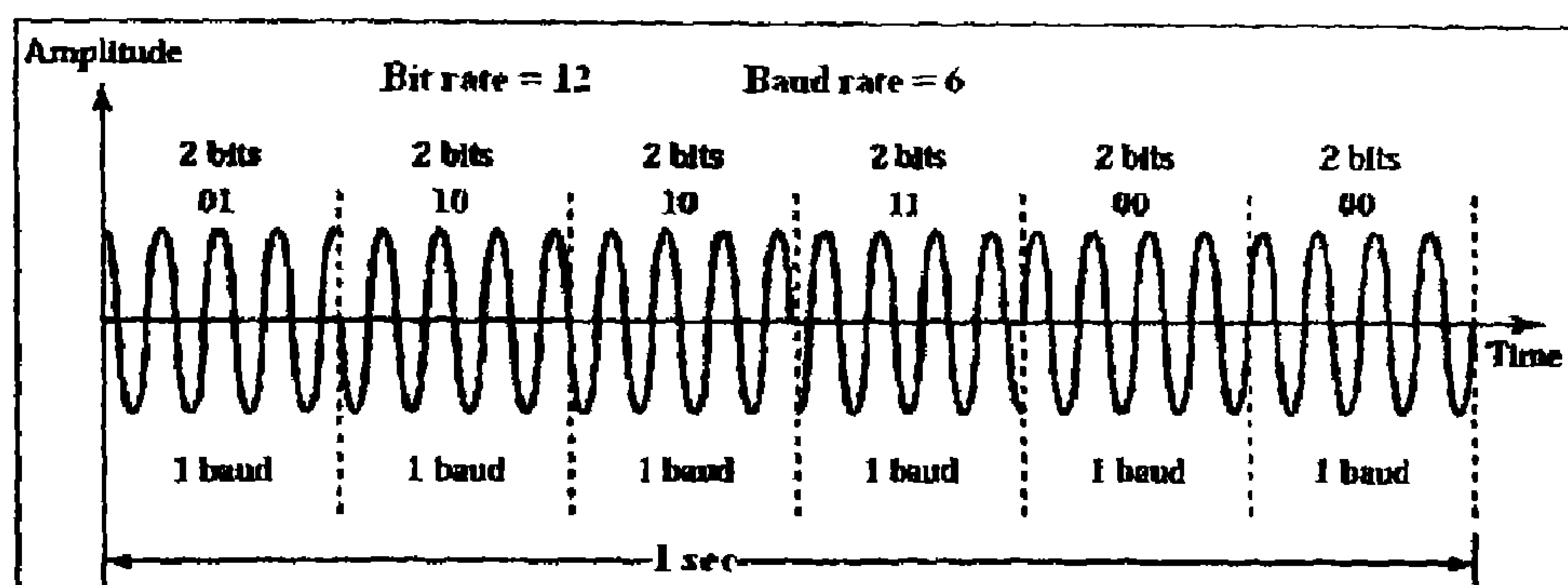
في هذه الحالة تحتوى وحدة الإشارة (signal unit) على two bits (baud=2 bits) وبالتالي سيكون لدينا أربع قيم مختلفة للطور (0,90,180, and 270 degree) لتمثيل البيانات الرقمية (00, 01, 10, and 11). الشكل رقم 29 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (00, 01, 10 and 11) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits (baud = two bits)



شكل 29 : مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (00, 01, 10 and 11)
في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits (baud = two bits)

الشكل رقم 30 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (011010110000) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits (baud = two bits).

من الشكل 30 يتبين أن معدل bits (bit rate) يساوي 12 bps ومعدل baud يساوي 6 baud /sec.



شكل 30 : مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (011010110000)
في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits (baud = two bits)

The 8-PSK characteristics

في هذه الحالة تحتوى وحدة الإشارة (signal unit) على three bits (baud=3 bits) وبالتالي سيكون لدينا ثمانية قيم مختلفة للطور (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, and 315 degree) لتمثيل البيانات الرقمية (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, and 111). الشكل رقم 31 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, and 111) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على three bits (baud = three bits)

Phase	Tribit
0	000
45	001
90	010
135	011
180	100
225	101
270	110
315	111

Tribits
(3 bits)

شكل 31 : مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, and 111) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على three bits (baud = three bits)

Quadrature amplitude modulation (QAM) (d

تقنية QAM تجمع بين التقنية ASK والتقنية PSK حيث أنه يتم تغير كل من سعة (amplitude) وطور (phase) الإشارة الجيبية تبعا للبيانات الرقمية التي تحتويها الإشارة الرقمية. يوجد طرق متعددة تستخدم تقنية QSK تبعا لعدد bits الموجودة في كل وحدة للإشارة (baud) . سنوضح في الجزء التالي ثلاثة طريق تستخدم PSK :

- 4-QAM ,
- 8-QAM and
- 16-QM methods

The 4-QAM

4-QAM تستخدم في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits .

في هذه الحالة يكون هناك سعة واحدة وأربعة أطوار (45,125, 270, and 315 degree) لتمثيل البيانات (00, 01, 10, and 11) . الشكل رقم 32 يوضح تقنية 4-QAM

Phase	Dibit
45	00
125	01
270	10
315	11

Dibit
(2 bits)

شكل 32 : تقنية 4-QM

The 8-QAM

8-QAM تستخدم في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على three bits.

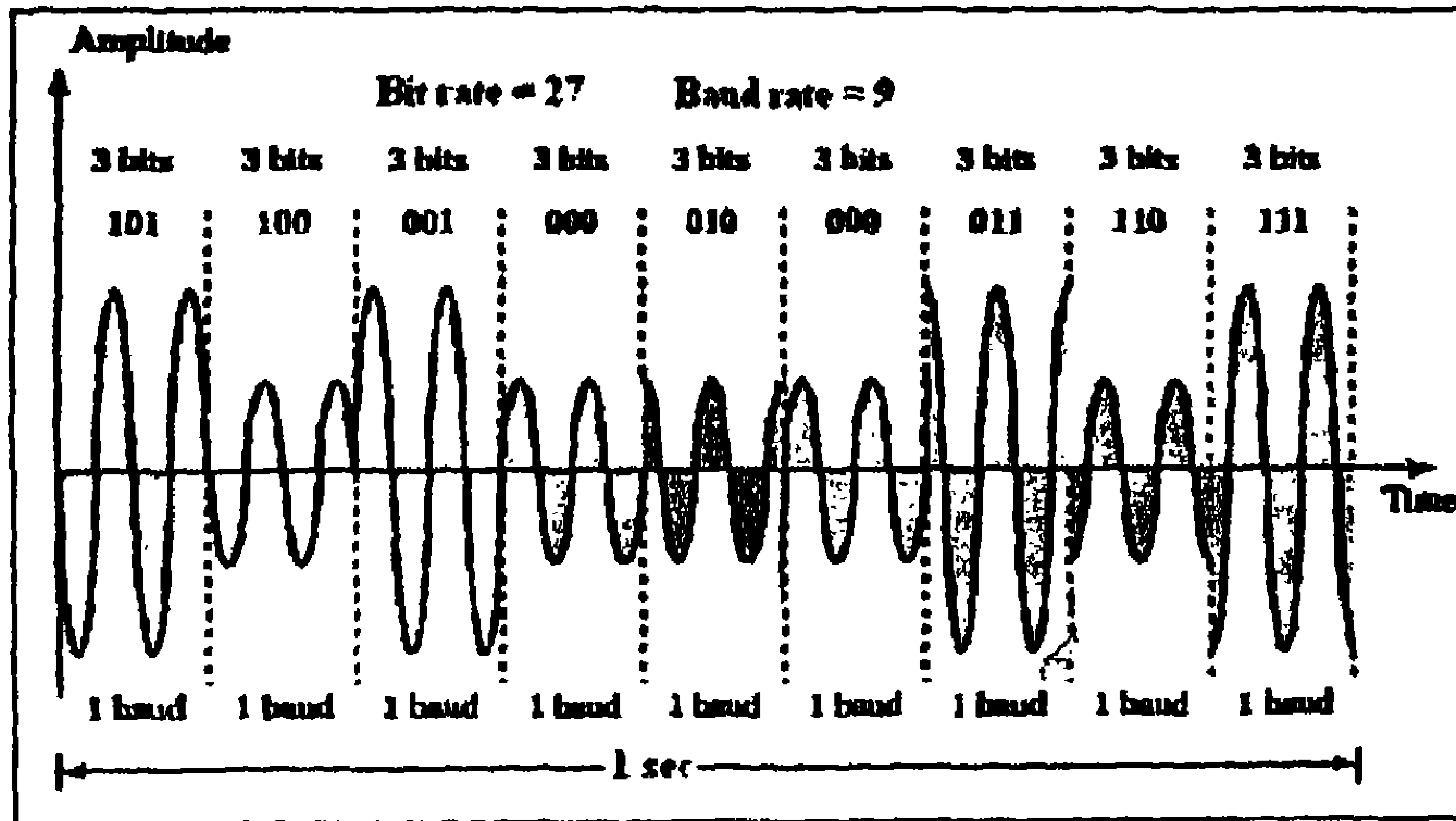
في هذه الحالة يكون هناك سعتان وأربعة أطوار (0, 90, 180, and 270 degree) لتمثيل البيانات (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111) . الشكل رقم 33 يوضح تقنية 8-QAM.

Amplitude	Phase	Tribit
1	0	000
2	0	001
1	90	010
2	90	011
1	180	100
2	180	101
1	270	110
2	270	111

Tribits
(3 bits)

شكل 33 : يوضح تقنية 8-QM

الشكل رقم 34 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (101100001000010000011110111) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على three bits (baud = three bits) باستخدام 8-QAM.



شكل 34 : مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية
(101100001000010000011110111) في حالة وحدة الإشارة (signal unit)
تحتوي على three bits (baud = three bits) باستخدام 8-QAM

The 16-QAM constellations

تقنية 16-QAM لها صور متعددة أهمها استخدام سعتان مختلفتان وثمانية أطوار مختلفة (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, and 315)

الشكل رقم 35 يوضع تقنية 16-QAM

Amplitude	Phase	Quadbit
1	0	0000
2	0	0001
1	45	0010
2	45	0011
1	90	0100
2	90	0101
1	135	0110
2	135	0111
1	180	1000
2	180	1001
1	225	1010
2	225	1011
1	270	1100
2	270	1101
1	315	1110
2	315	1111

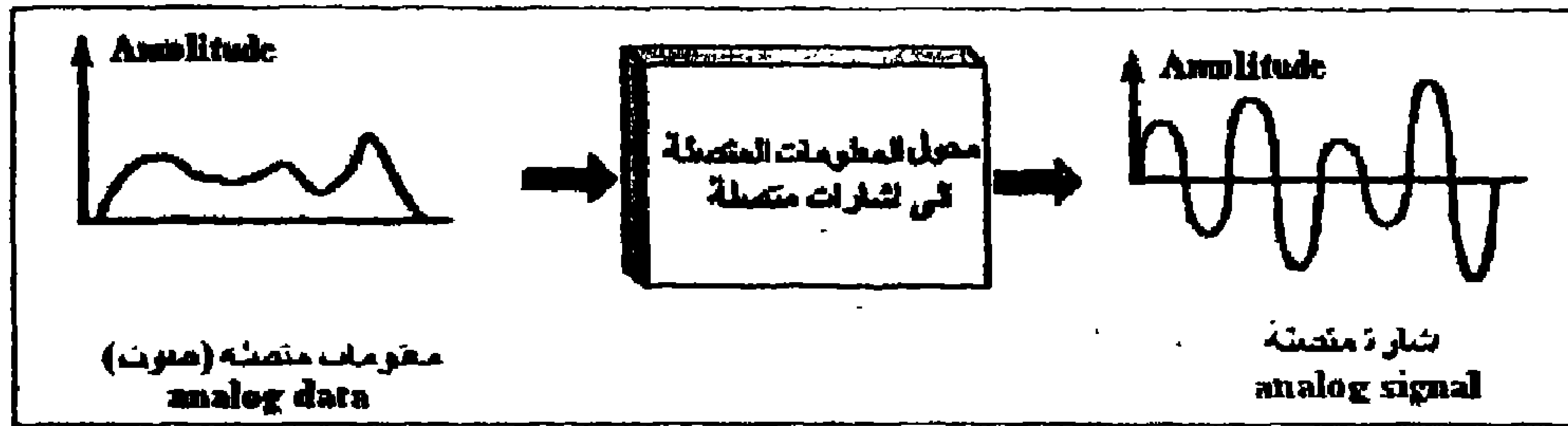
Quadbit (4 bits)

شكل 35 : تقنية 16-QAM

2.6) تحويل المعلومات المتصلة إلى إشارات متصلة

ANALOG-TO-ANALOG MODULATION

Analog-to-analog conversion تستخدم لتحويل المعلومات المتصلة (الصوت) إلى إشارات متصلة. تحويل المعلومات المتصلة إلى إشارات متصلة هي عملية تغيير عوامل الموجه الحاملة (amplitude, frequency and phase) تبعا للمعلومات المتصلة. الشكل رقم 36 يوضح عملية تحويل المعلومات المتصلة (الصوت) إلى إشارات متصلة.



شكل 36 : عملية تحويل البيانات المتصلة (الصوت) إلى إشارات متصلة

تسمى المعلومات المتصلة (modulating signal) وتسمى الموجه الحاملة بعد تغير عواملها modulated signal. يوجد ثلاث تقنيات تستخدم لتحويل المعلومات المتصلة إلى إشارات متصلة. تعتمد هذه التقنيات على تغيير عوامل الموجة الحاملة/ الإشارة الجيبية (اتساع وتردد وطور) تبعا للمعلومات المتصلة الأصلية.

a) التكيف السعوي Amplitude Modulation (AM)

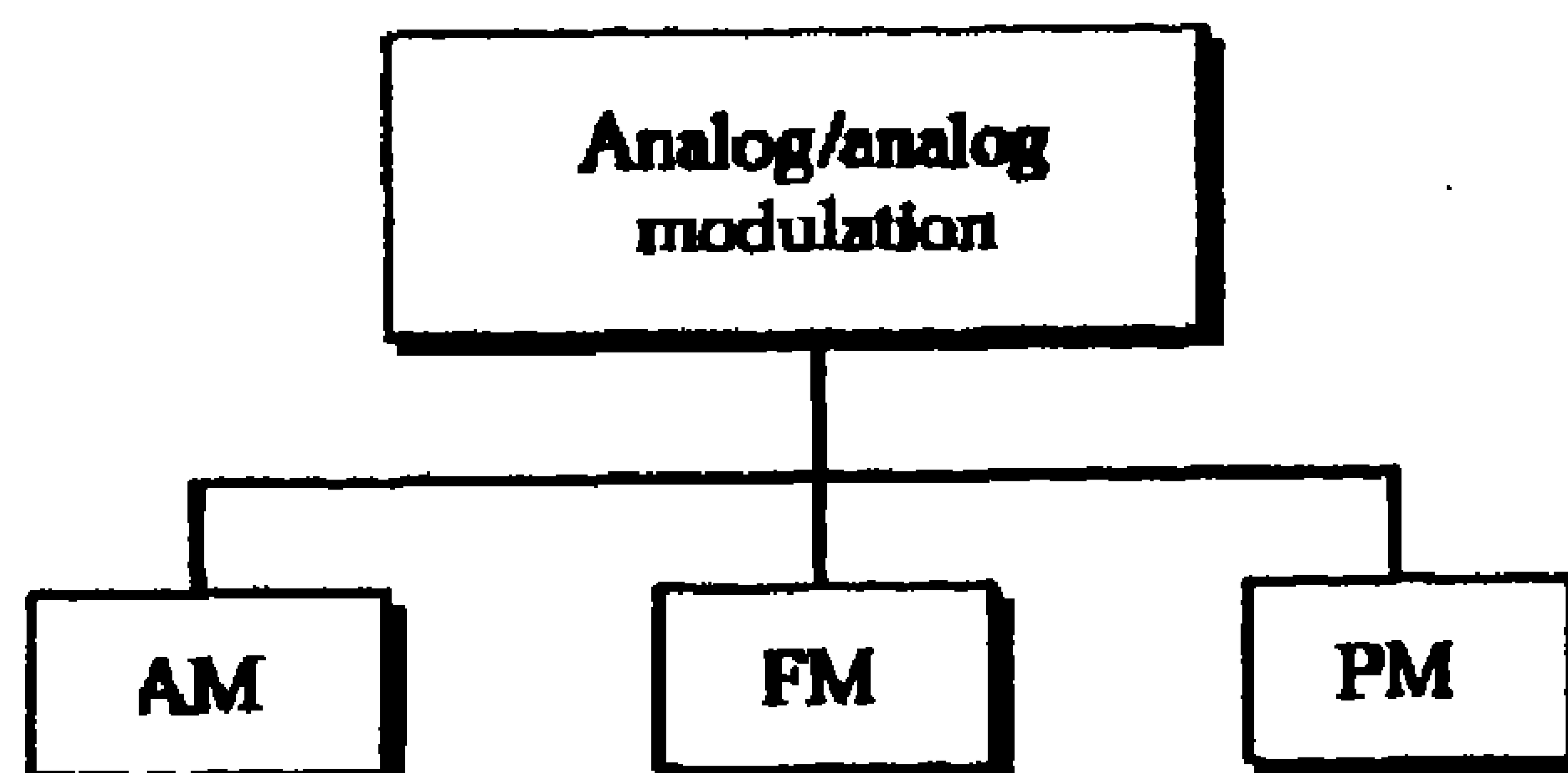
تغير سعة (amplitude) الموجه الحاملة تبعا للمعلومات الأصلية المتصلة modulating signal

b) التكيف الترددي Frequency Modulation (FM)

تغير تردد (frequency) الموجه الحاملة تبعا للمعلومات الأصلية المتصلة modulating signal

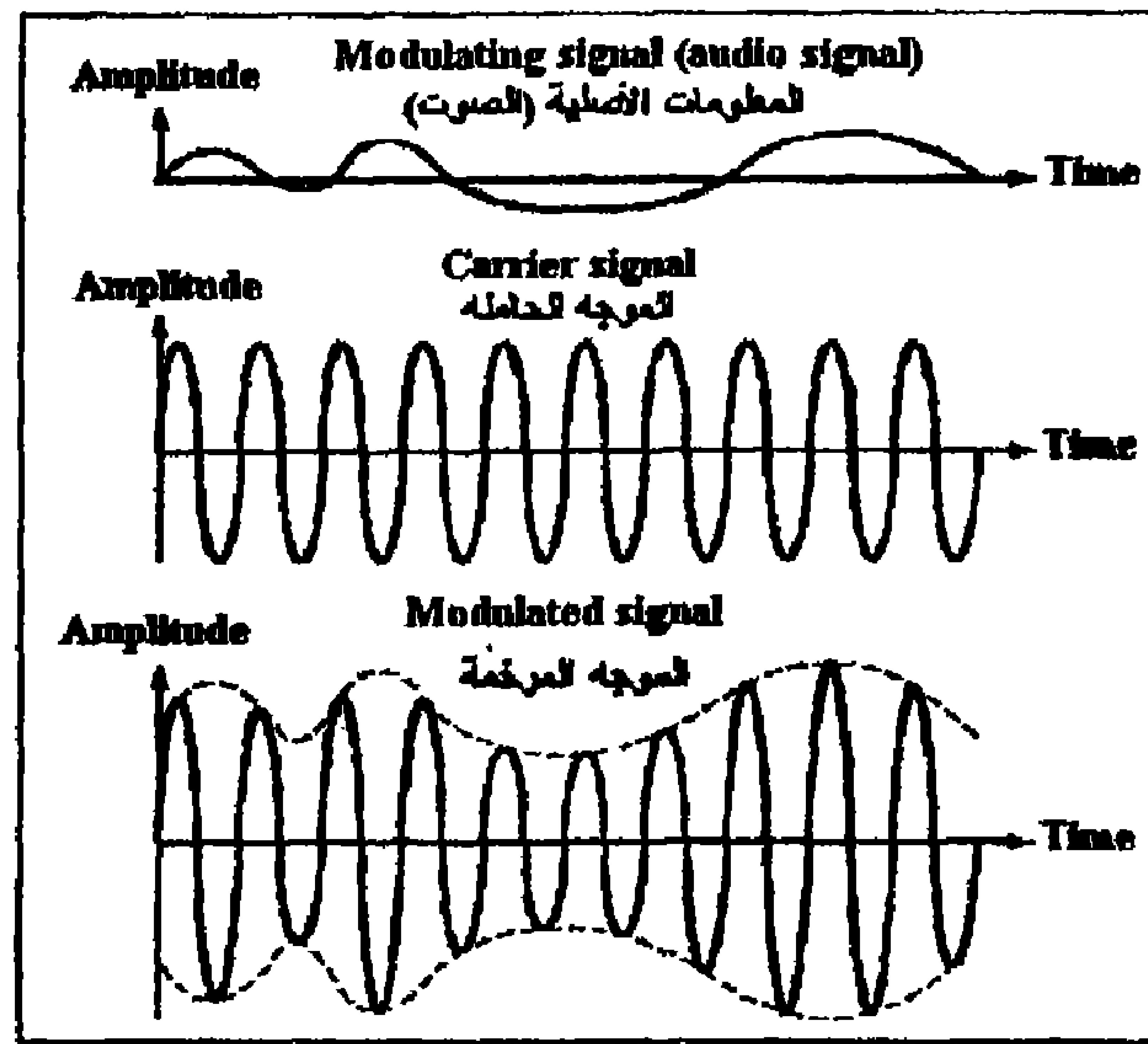
c) التكيف ألطوري Phase Modulation (PM)

تغير طور (phase) الموجه الحاملة تبعا للمعلومات الأصلية المتصلة modulating signal



a) التكيف السعوي Amplitude Modulation (AM)

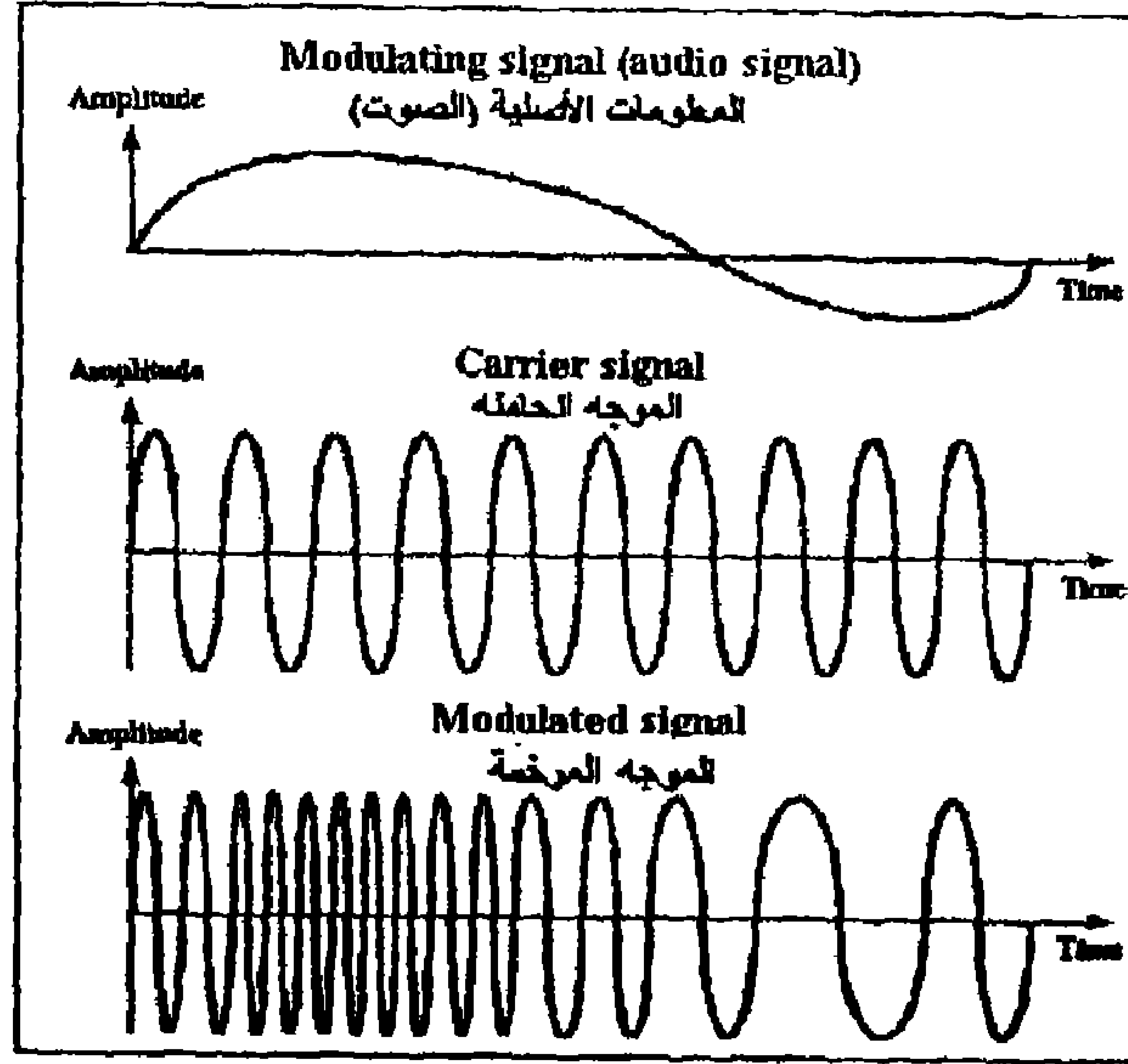
تقنية AM تعتمد على تغيير amplitude للموجه الحاملة تبعا للإشارة الأصلية (modulating signal) لإنتاج modulated signal . في هذه التقنية يتم تثبيت كل من frequency and phase وتغيير amplitude الموجه الحاملة تبعا للإشارة الأصلية المتصلة. الشكل رقم 37 يوضح تقنية AM



شكل 37 :تقنية AM

b) التكيف الترددي Frequency Modulation (FM)

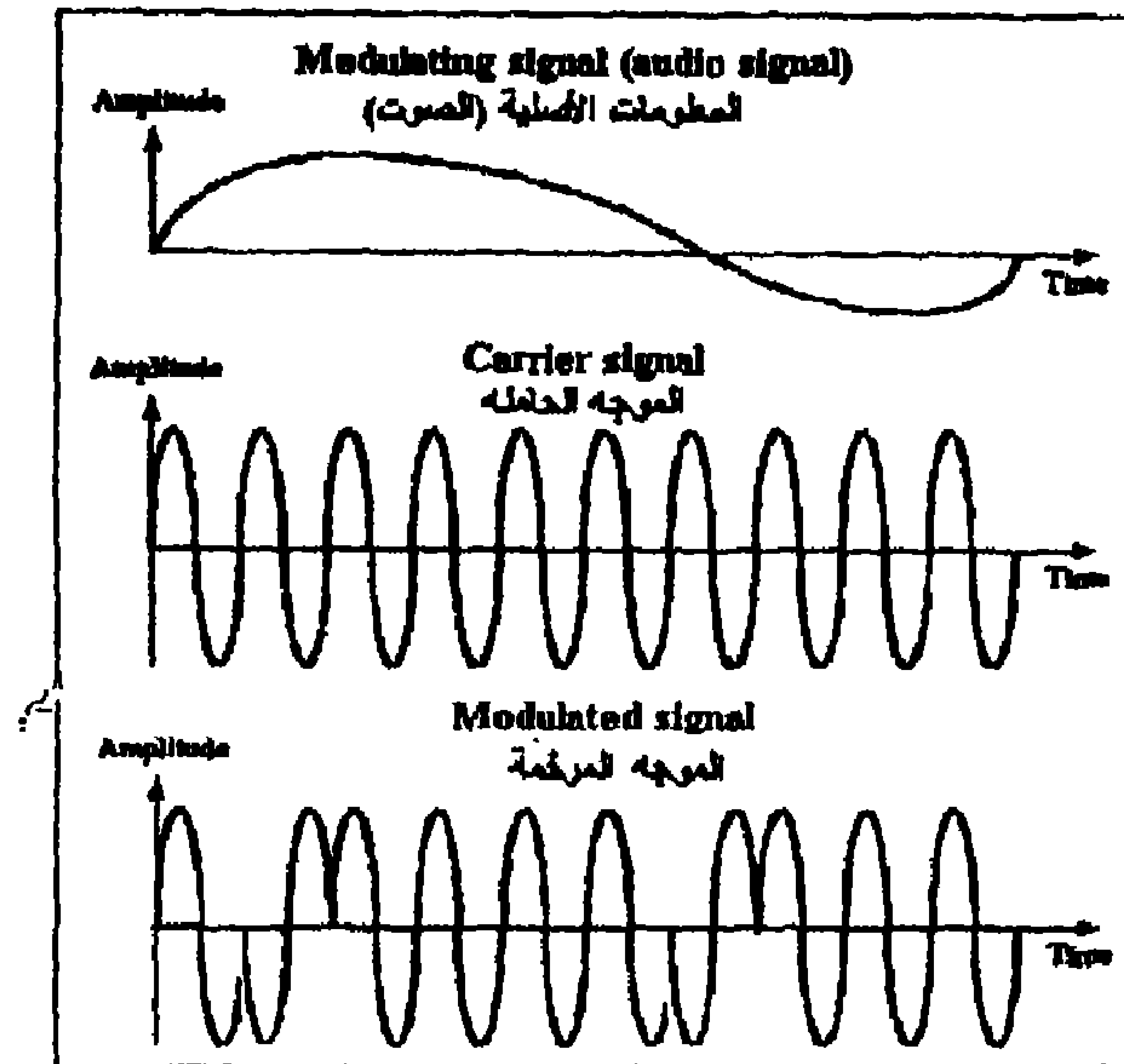
تقنية FM تعتمد على تغيير frequency الموجه الحاملة تبعا للإشارة الأصلية المتصلة (modulating signal) لإنتاج modulated signal . في هذه التقنية يتم تثبيت كل من amplitude and phase وتغيير frequency الموجه الحاملة تبعا للإشارة الأصلية المتصلة . الشكل رقم 38 يوضح تقنية FM



شكل رقم 38 : تقنية FM

c) التكيف الطوري Phase Modulation (PM)

تقنية PM تعتمد على تغيير phase الحاملة تبعا للأشارة الأصلية المتصلة (modulating signal) لإنتاج modulated signal . في هذه التقنية يتم تثبيت كل من frequency and ampltiude وتغيير phase الموجه الحاملة تبعا للإشارة الأصلية المتصلة . الشكل رقم 39 يوضح تقنية PM



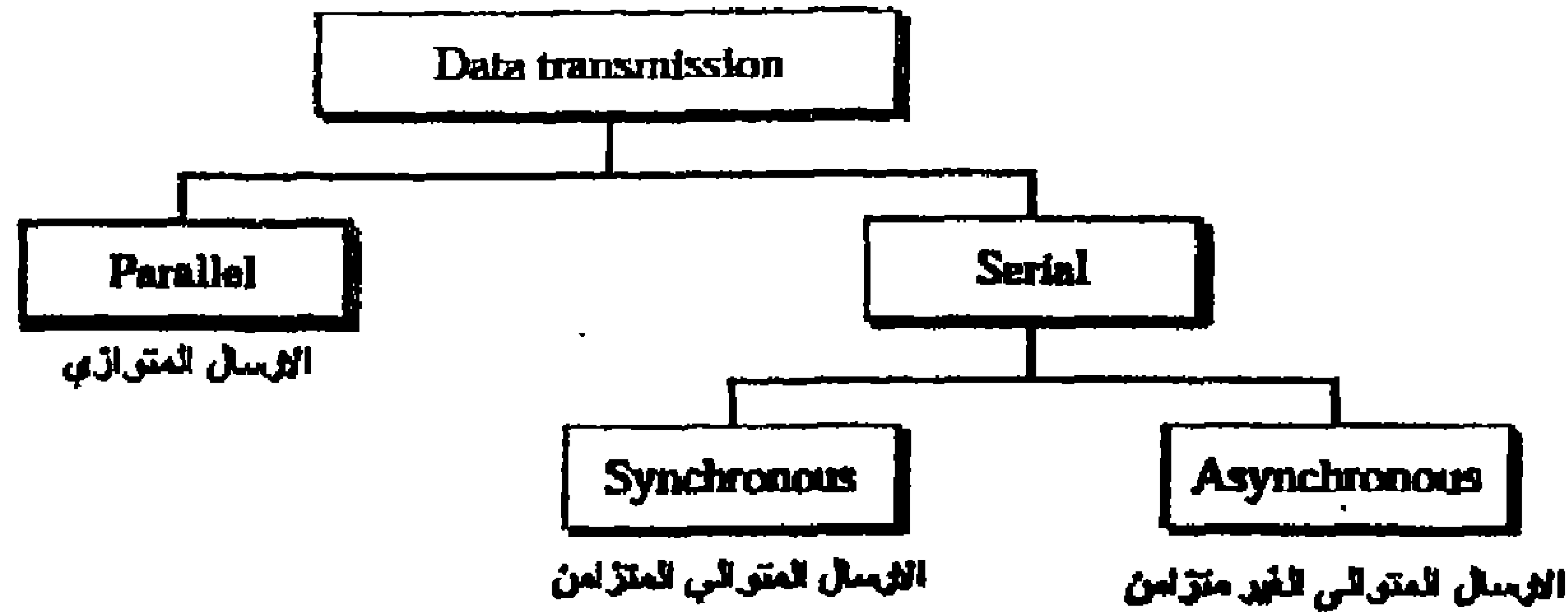
شكل رقم 39: تقنية PM

2.7) طرز الإرسال TRANSMISSION MODES

يوجد نوعان أساسيان لطرز الإرسال :

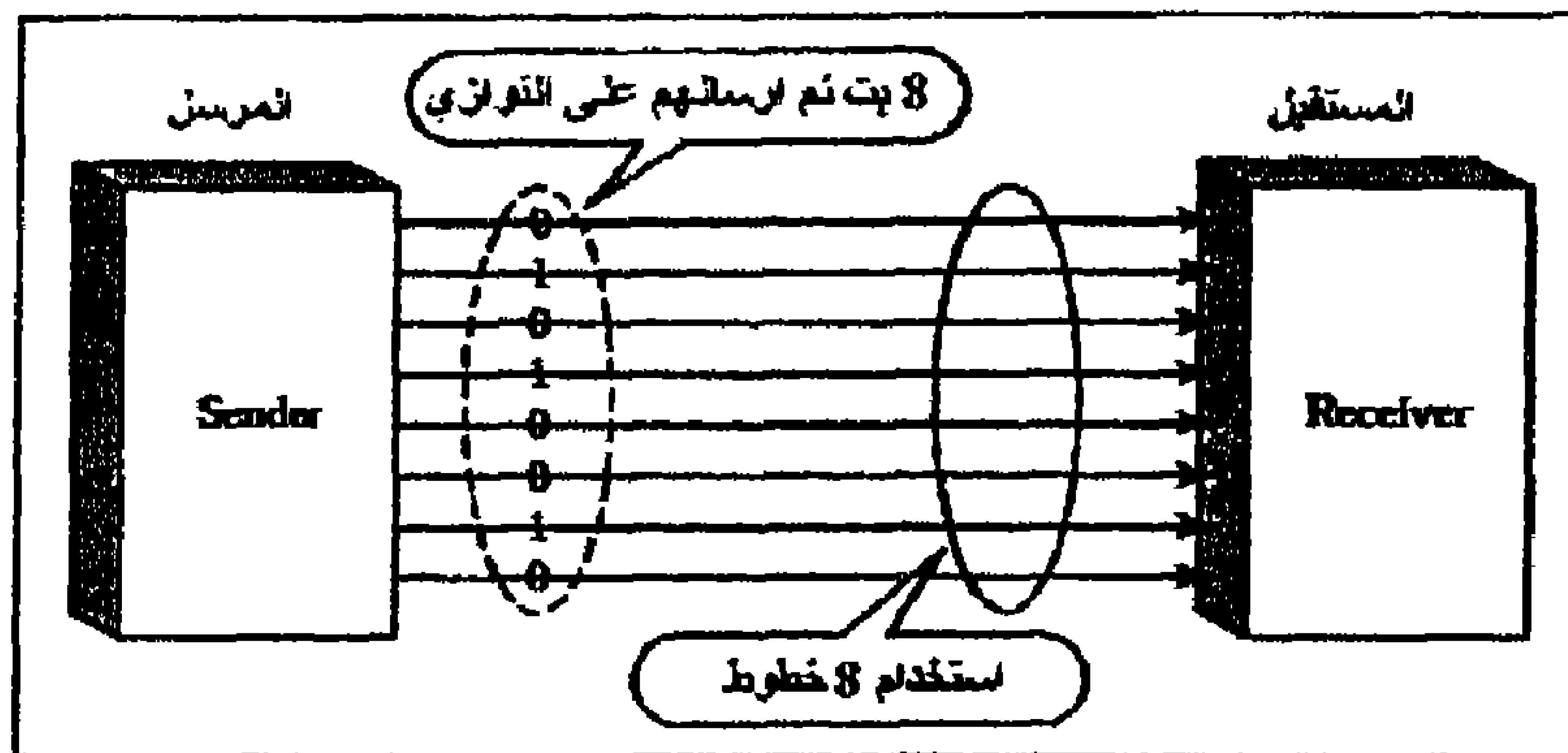
a) الإرسال المتوازي Parallel Transmission

b) الإرسال المتوالي Serial Transmission



a) الإرسال المتوازي Parallel Transmission

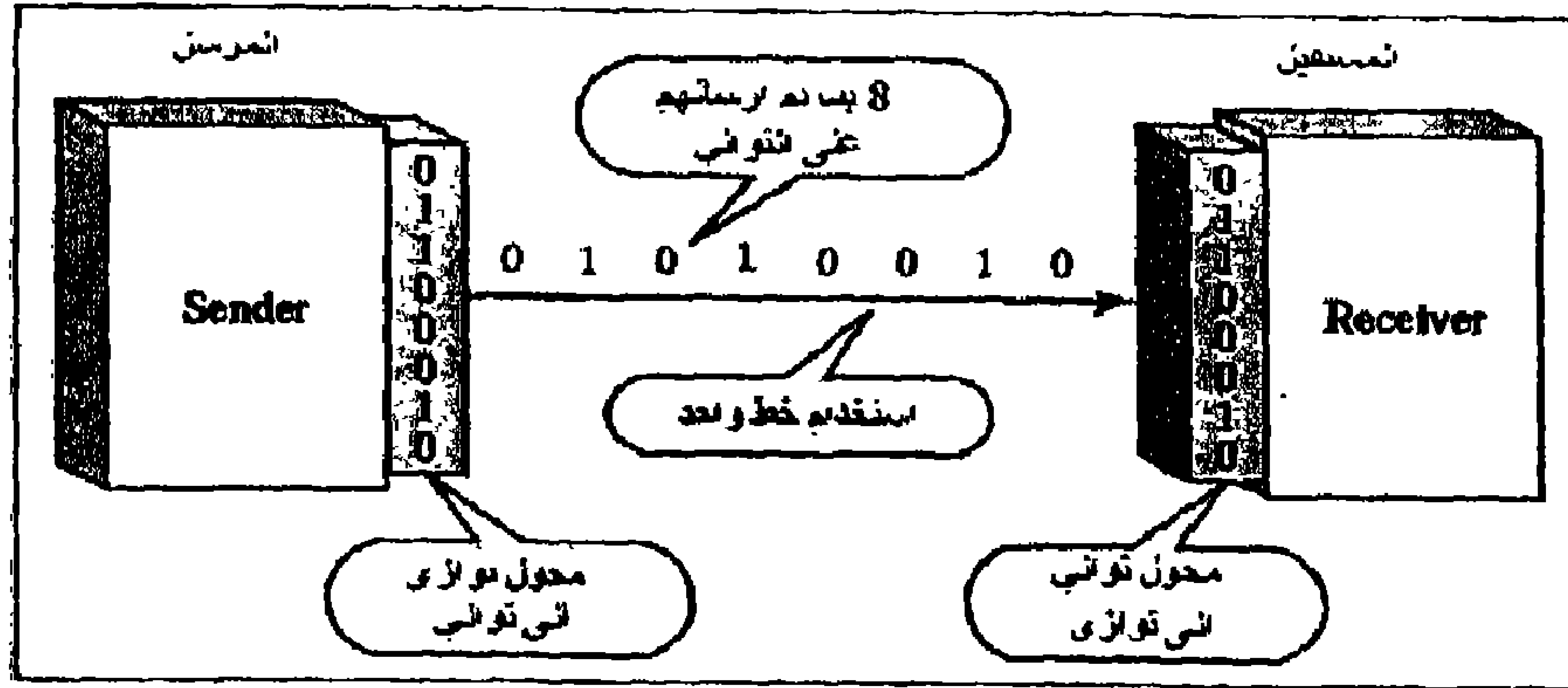
في الإرسال المتوازي يتم استخدام 8 كابلات لإرسال 8 bits على أساس أن كل كابل يحمل one bit . الشكل رقم 40 يوضح الإرسال المتوازي



شكل 40 : الإرسال المتوازي

b) الإرسال المتوالي Serial Transmission

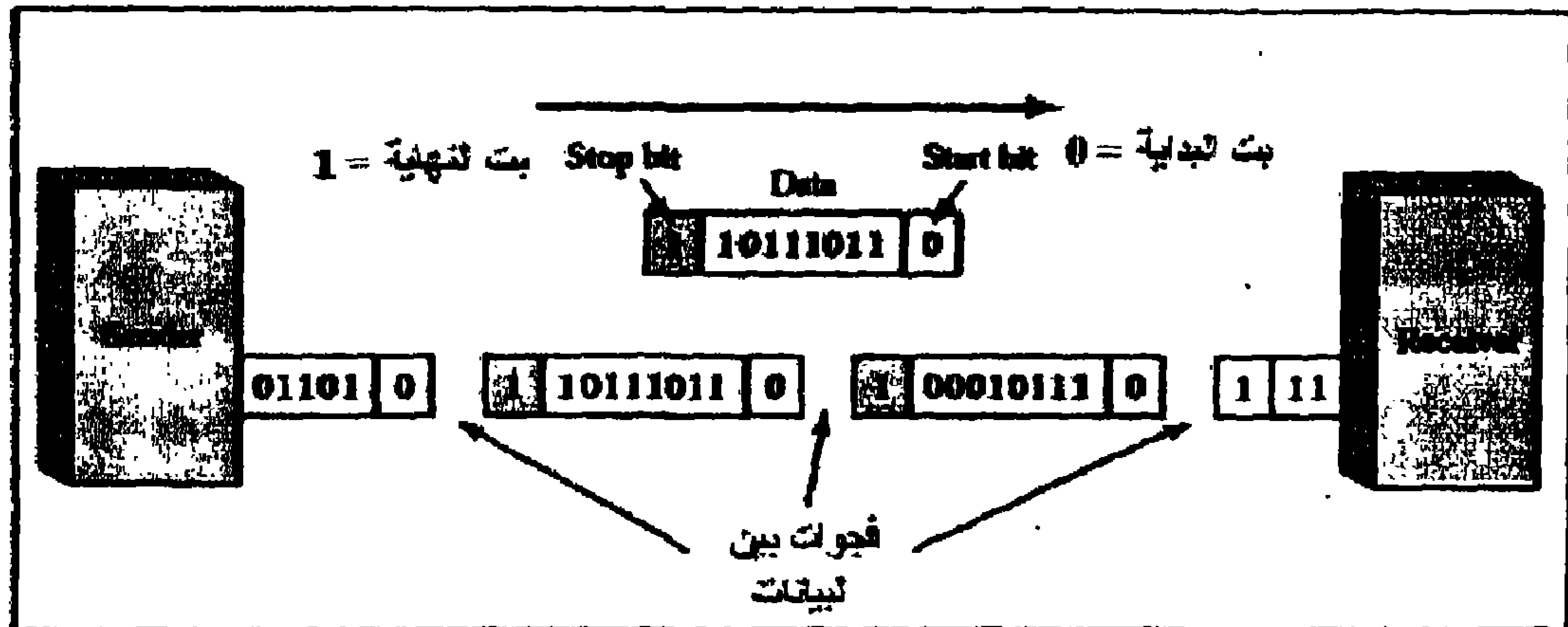
في الإرسال المتوالي يتم إرسال البيانات في صورة متتالية على كابل واحد . الشكل رقم 41 يوضح الإرسال المتوالي



شكل 41 : الإرسال المتوالي

الإرسال المتوالي الغير متزامن Asynchronous serial transmission

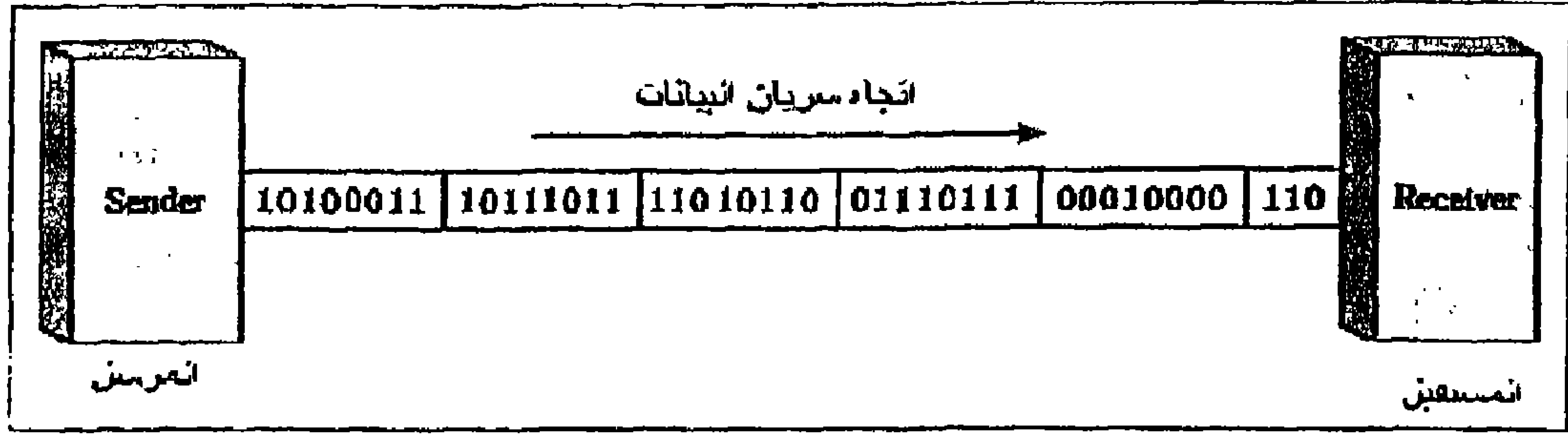
في الإرسال المتوالي الغير متزامن يتم إرسال المعلومات في صورة حزم . كل حزمة تحتوي على bit البداية (start bit) و bit النهاية (stop bit) ثم يتم إرسال المعلومات بينهما مع وجود فجوات بين كل حزمة وأخرى. الشكل رقم 42 يوضح الإرسال المتتالي الغير متزامن



شكل 42 : الإرسال المتوالي الغير متزامن

الإرسال المتوالي المتزامن Synchronous serial transmission

في الإرسال المتوالي المتزامن يتم إرسال الحزم على التوالي بدون bit بداية أو bit النهاية أو الفجوات وتكون مسئولية المستقبل تجميع bits المرسلة بناء على نبضات التزامن بين الإرسال والاستقبال. الشكل رقم 43 يوضح الإرسال المتتالي المتزامن



شكل 43 : الإرسال المتوالي المتزامن

مثال 17:

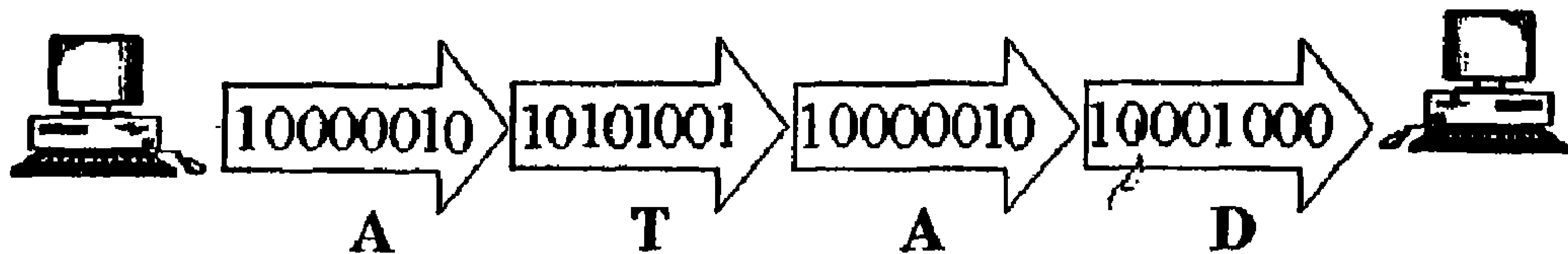
بين بالرسم كيف يتم إرسال كلمة DATA باستخدام الإرسال المتوالي والإرسال المتوازي

الحل

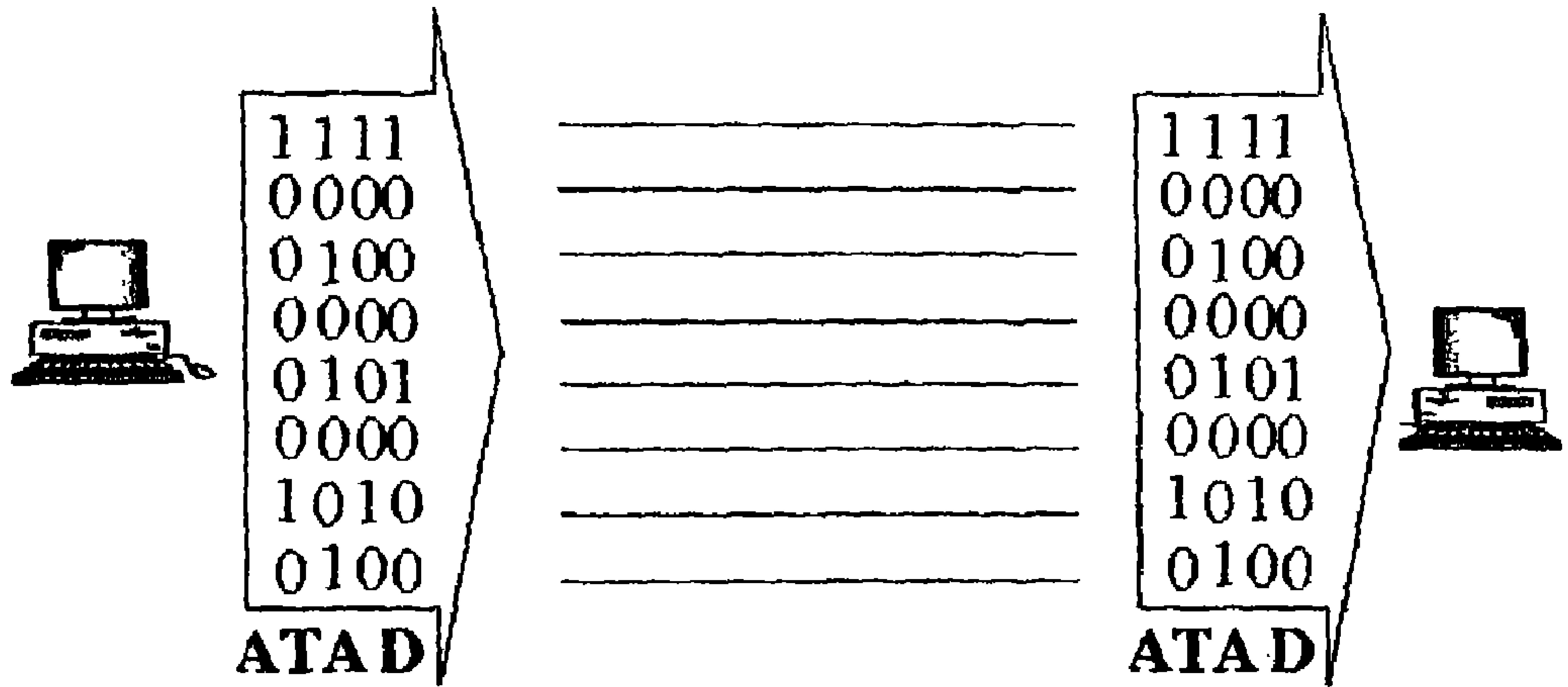
الجدول رقم 3 يوضح ASCII code لأحرف كلمة DATA

جدول 3 : ASCII code لأحرف كلمة DATA

letter	ASCII code (7 bits)			Parity bit
	Hexadecimal	decimal	binary	
D	44	68	1000100	0
A	41	65	1000001	0
T	54	84	1010100	1



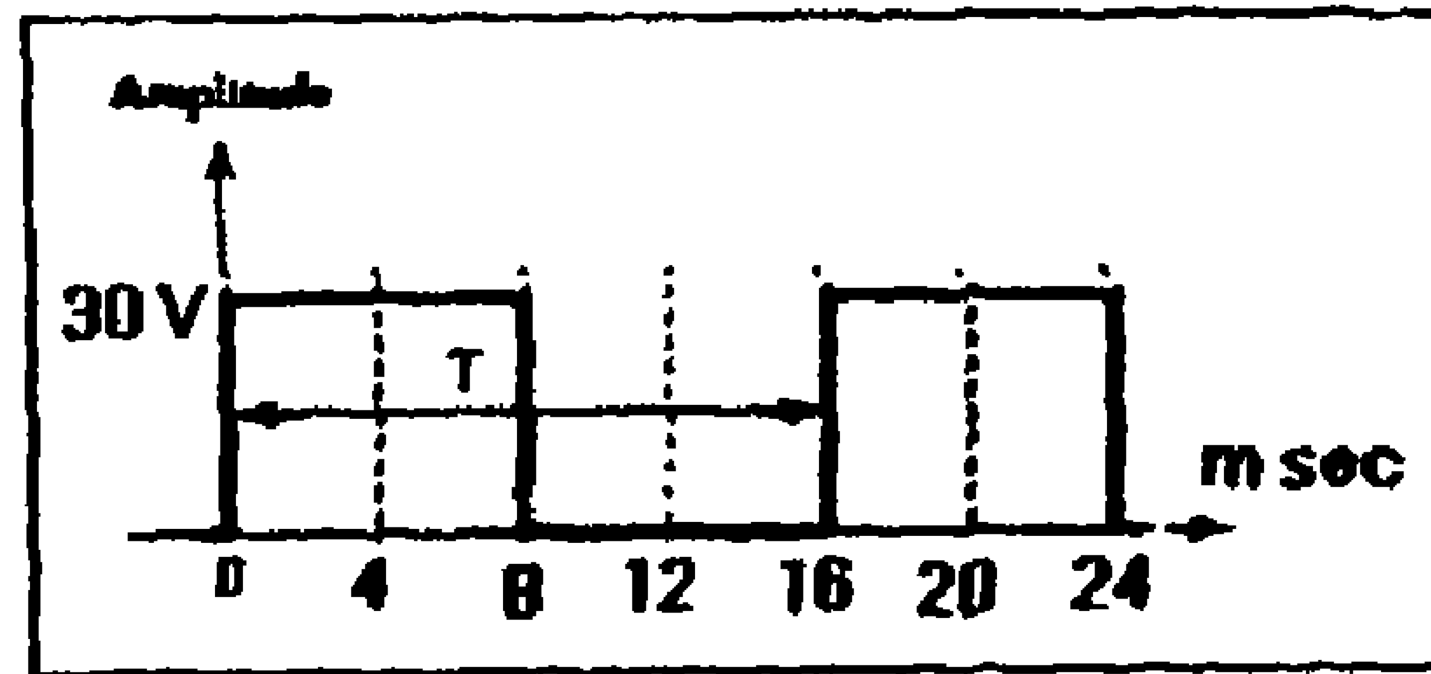
إرسال كلمة DATA باستخدام الإرسال المتوالي

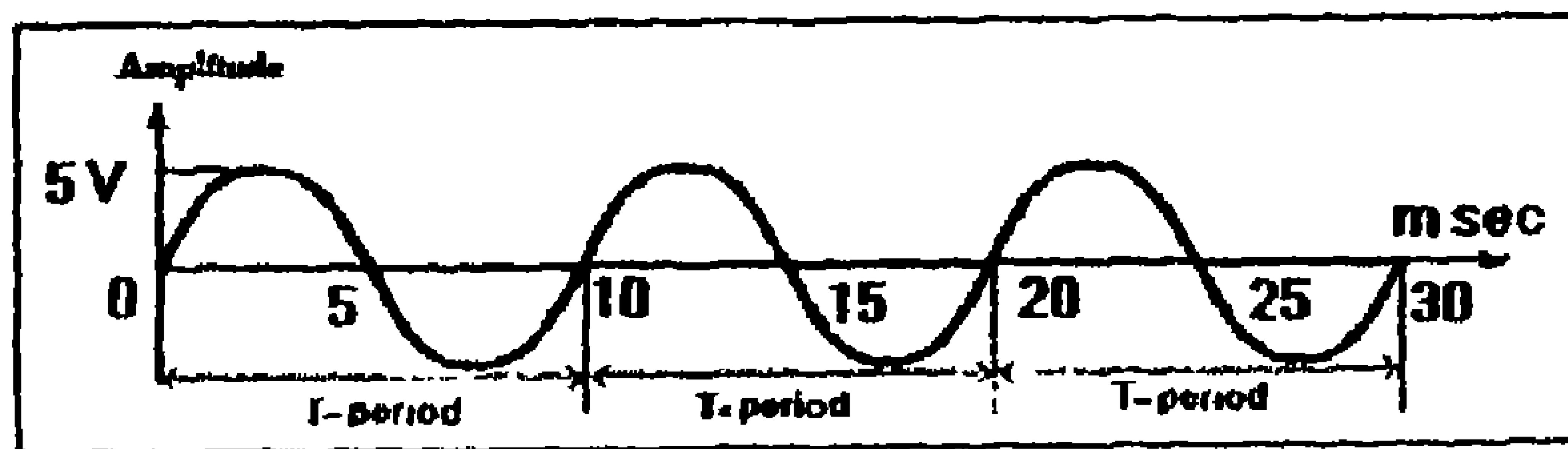


إرسال كلمة DATA باستخدام الإرسال المتوازي

EXERCISES

1) أوجد المركبة المستمرة للإشارات التالية



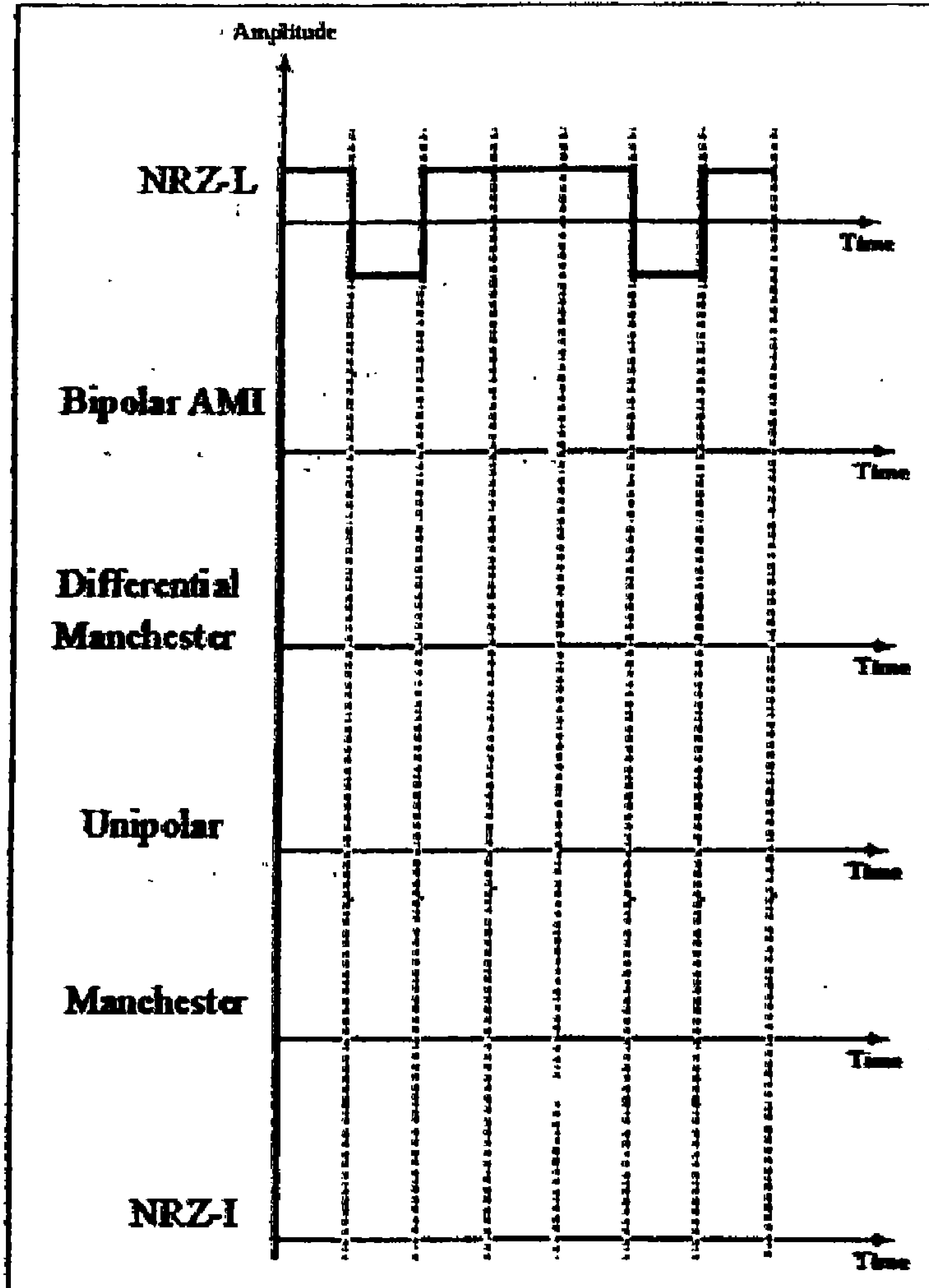


2) إذا كانت البيانات المرسلة هي :010001110 ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنيات التشفير التالية

- Unipolar
- NRZ-I
- NRZ-L
- Bipolar AMI
- Manchester
- Differential Manchester

3) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير NRZ-L . أوجد قيمة البيانات الأصلية قبل التشفير . ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنيات التشفير التالية

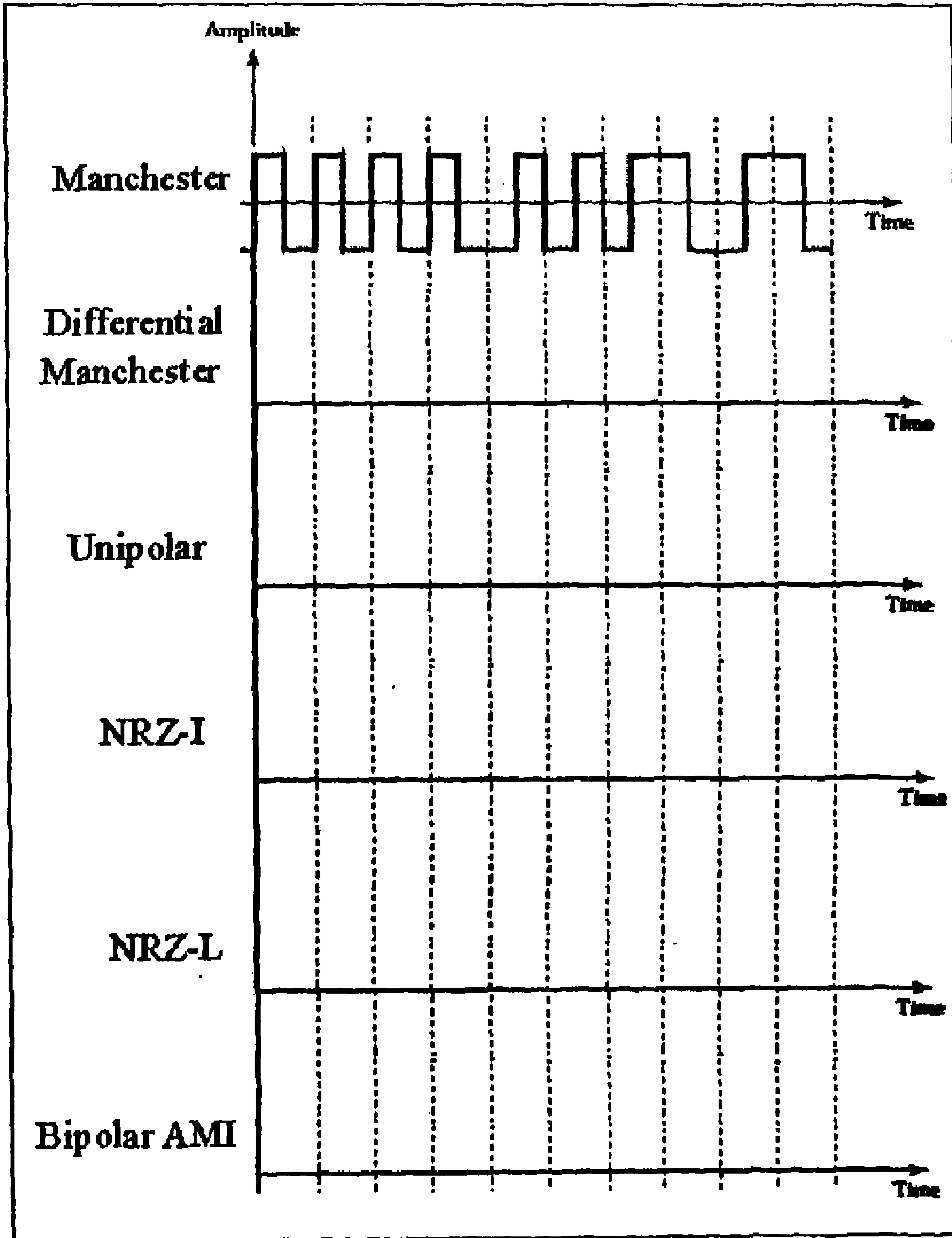
- Unipolar
- NRZ-I
- Bipolar AMI
- Manchester
- Differential Manchester



4) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير Manchester . أوجد قيمة البيانات الأصلية قبل التشفير . ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنيات التشفير التالية

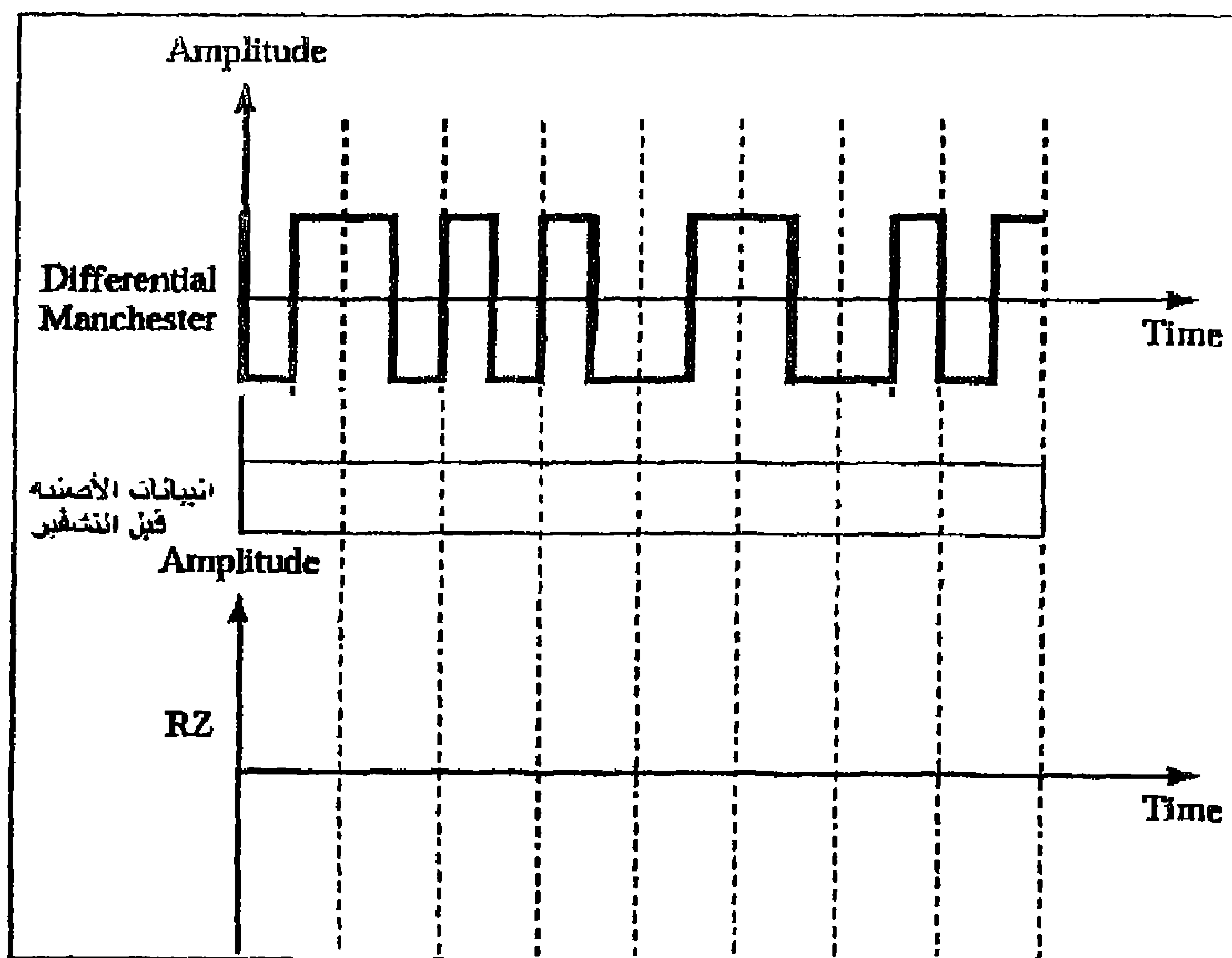
- Unipolar
- NRZ-L
- NRZ-I
- Bipolar AMI

- Differential Manchester



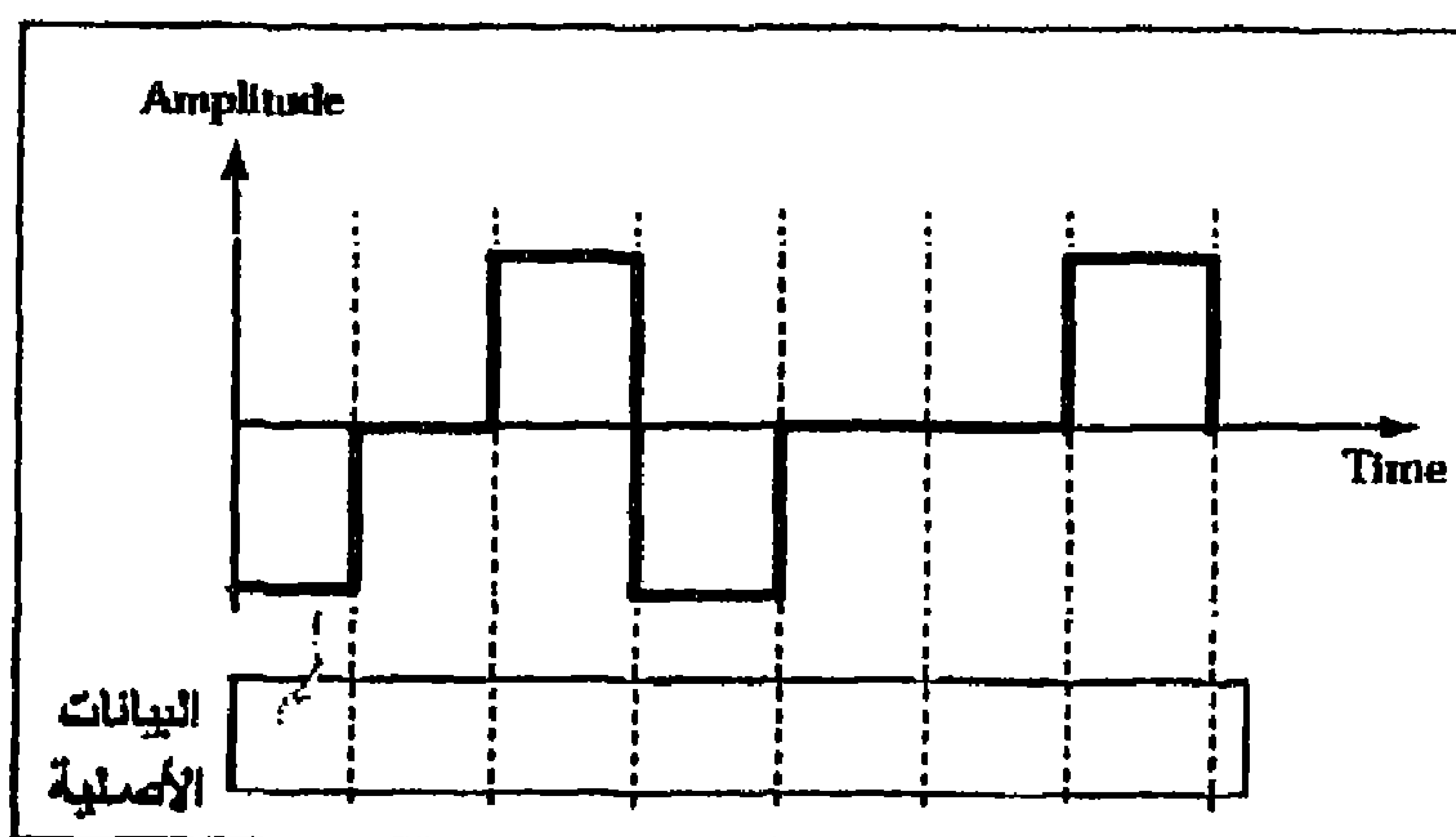
5) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester .

- أوجد قيمة البيانات الأصلية (original binary data) قبل التشفير .
- ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنية التشفير RZ

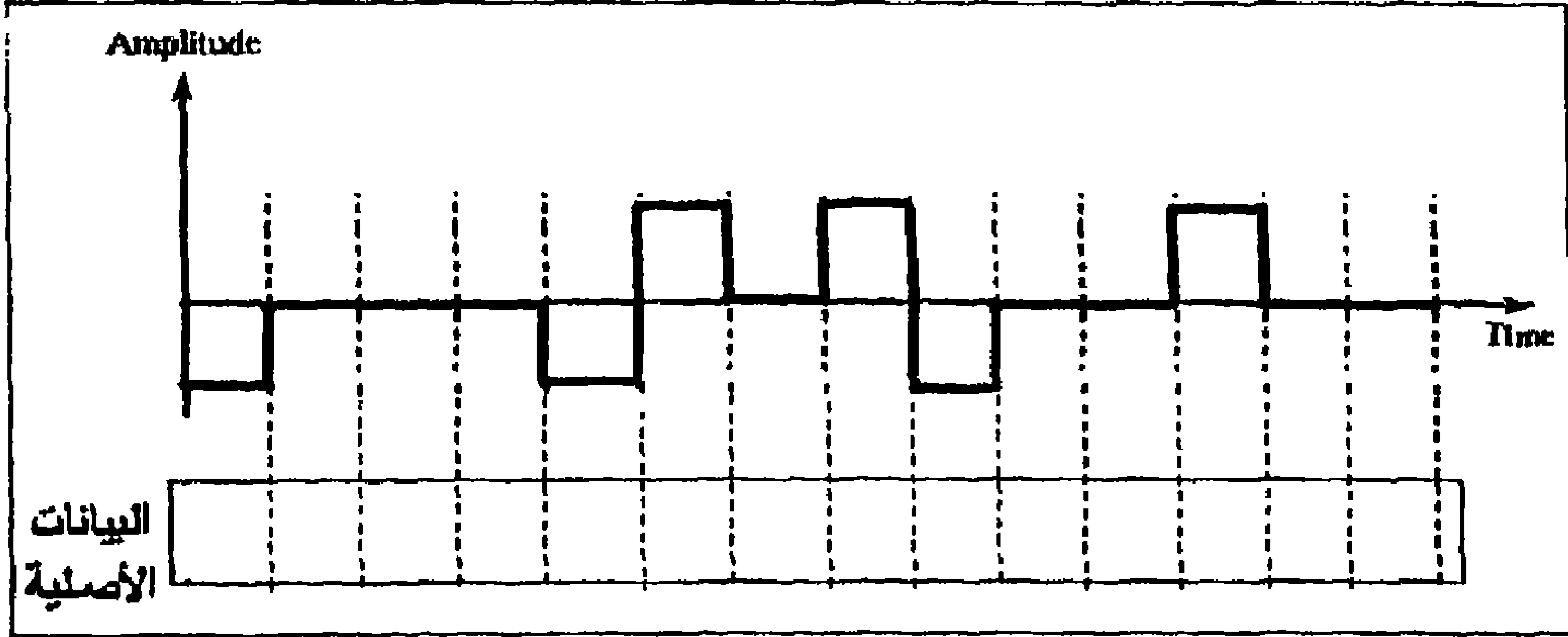


6) ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (100011001) باستخدام تقنيات التشفير AMI encoding

7) إذا علمت أن تقنية التشفير المستخدمة هي تقنية AMI فأوجد قيمة البيانات الأصلية للإشارة الرقمية التالية



8) إذا علمت أن تقنية التشفير المستخدمة هي تقنية B8ZS فأوجد قيمة البيانات الأصلية للإشارة الرقمية التالية

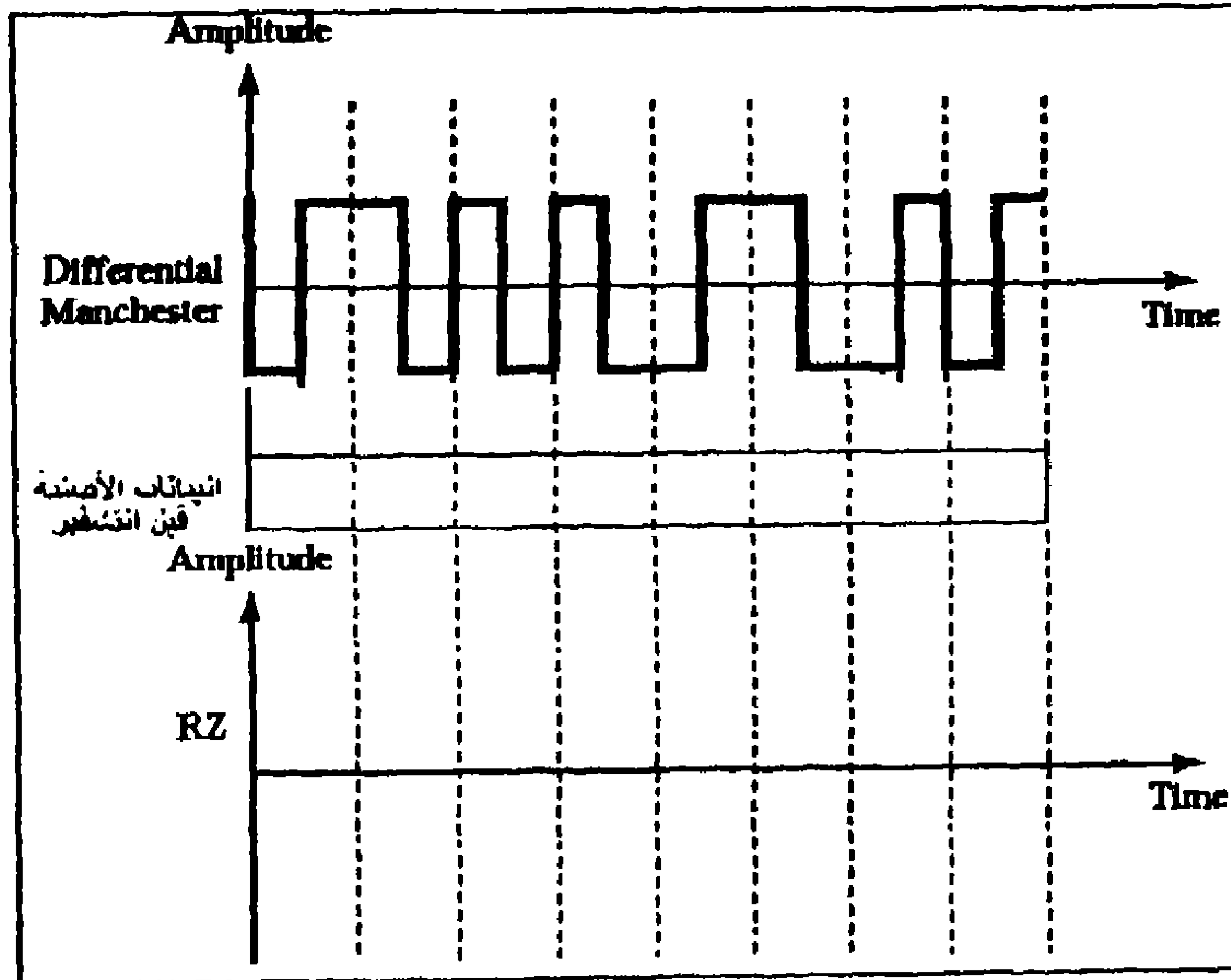


9) باستخدام تقنية B8ZS وبفرض مستوى الإشارة الموجب للقيمة 1 السابقة أجري عملية التشفير لسيل البيانات الرقمية 10000000010011

10) باستخدام تقنية HDB3 وبفرض مستوى الإشارة الموجب للقيمة 1 السابقة أجري عملية التشفير لسيل البيانات الرقمية 1000001000000010011

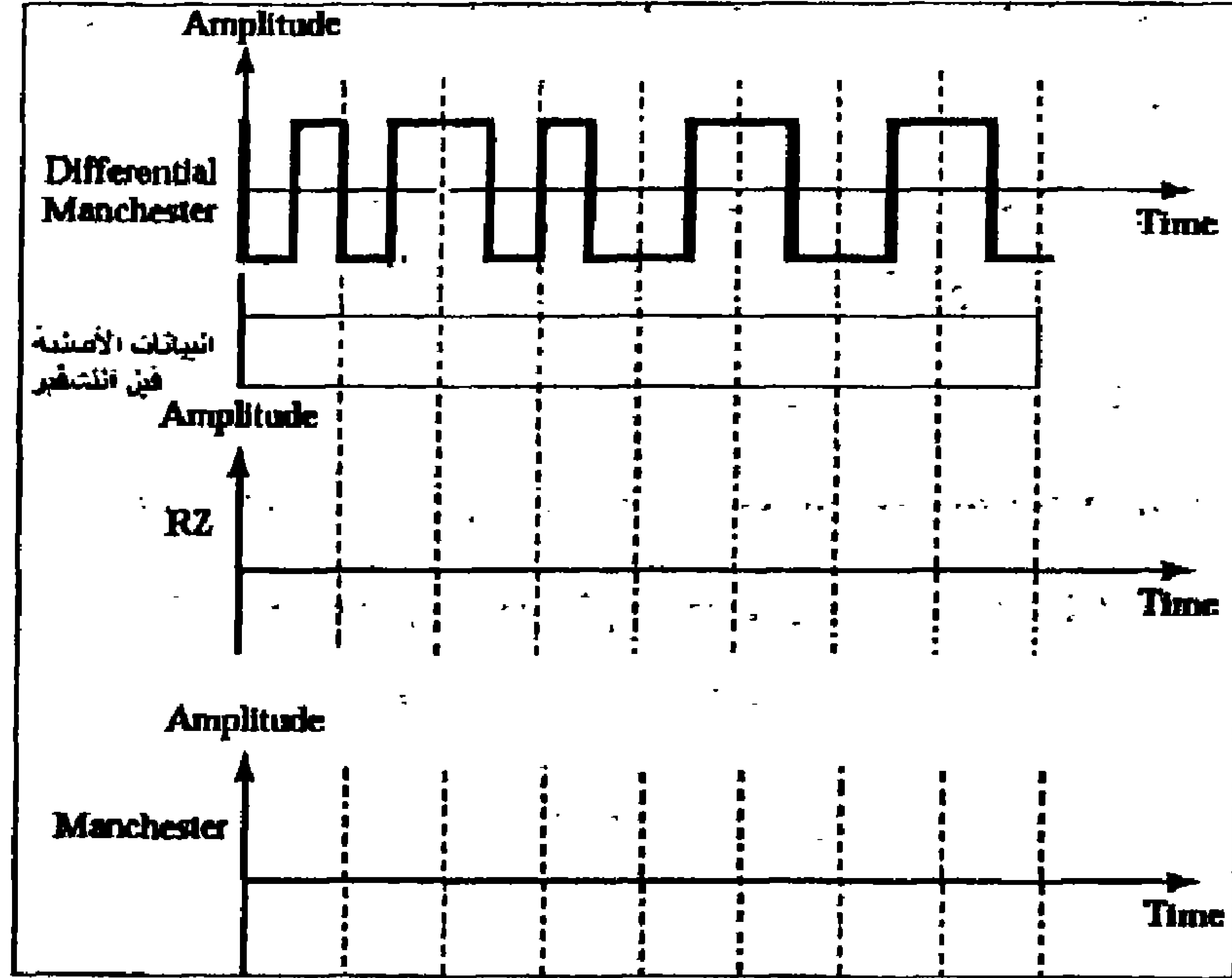
11) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester .

- أوجد قيمة البيانات الأصلية (original binary data) قبل التشفير .
- ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنية التشفير RZ



12) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester .

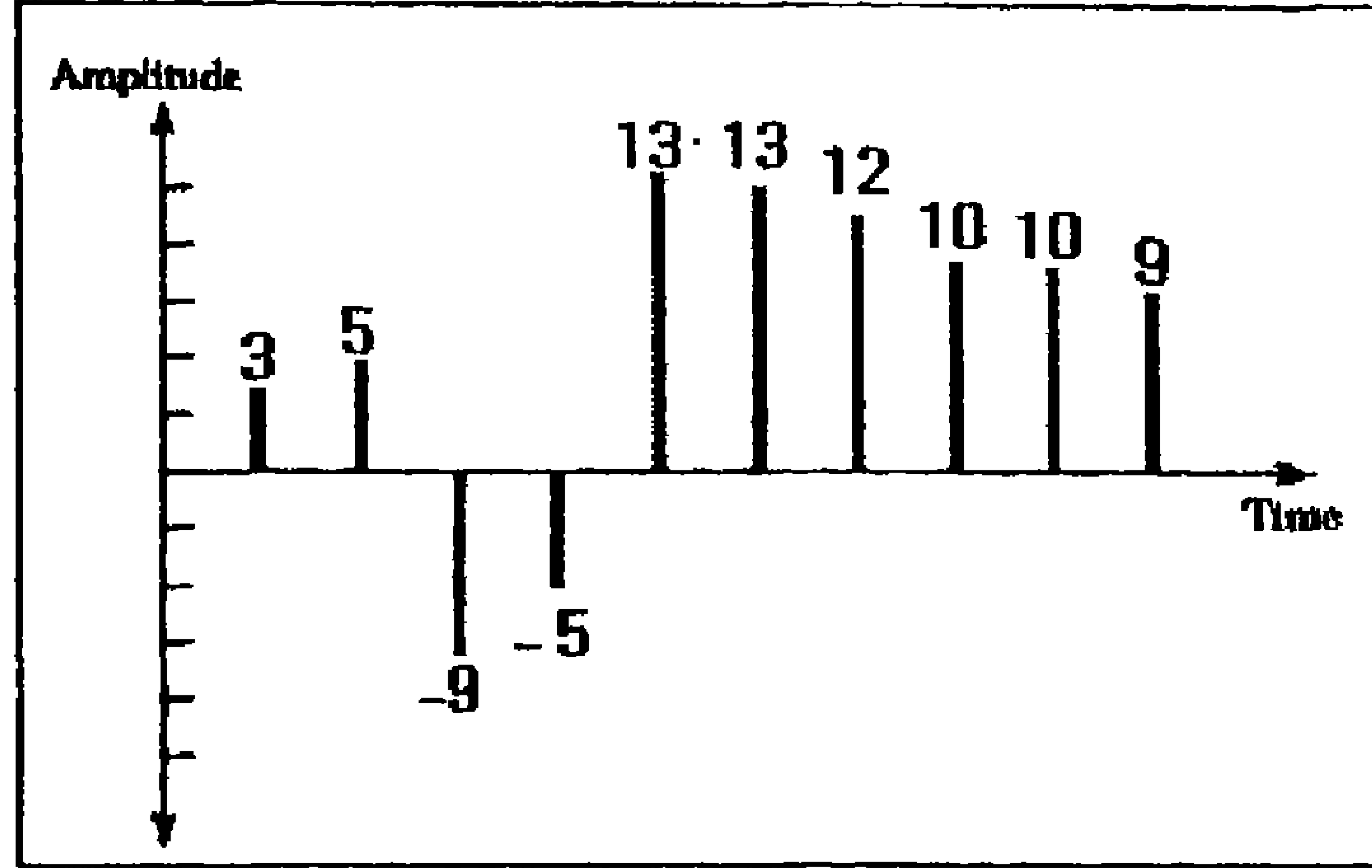
- أوجد قيمة البيانات الأصلية (original binary data) قبل التشفير .
- ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنية التشفير NRZ-I and Manchester



13) عرف المصطلحات التالية

- Encoding
- Synchronization
- Serial transmissions
- Parallel transmission
- Synchronization
- Quantization
- PAM and PCM

14) في الشكل التالي تم أخذ عينات من إشارة متصلة باستخدام تقنية PAM. احسب PCM لأول خمسة عينات



15) إشارة متصلة تم تقطيعها إلى عينات بواسطة PAM بحيث أن كل عينة تمثل بواسطة 6 مستويات (+0 to +5 and -0 to -5) . احسب عدد bits اللازمة لإرسال كل عينة

16) احسب sampling rate لإشارة مداها الترددي (signal bandwidth) يساوي 10 MHz (from 1 MHz to 11 MHz)

17) احسب bit rate اللازم لعمل عينات من إشارة صوتية في الحالات التالية

- بفرض 4 bits لكل عينة
- بفرض 8 bits لكل عينة
- بفرض 16 bits لكل عينة

18) ارسم الإشارة المتصلة لتشفير البيانات الرقمية التالية باستخدام ASK , FSK ,PSK and QAM

- 0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0
- (00) (11) (10) (01)
- (111) (010) (100) (101) (000)
- (1111) (0011) (1100) (1000)

19) في إرسال رقميّ، نبضة التزامن للاستقبال أسرع 0.3% من نبضة التزامن للإرسال. كمّ bits إضافي في الثانية يتلقاها المستقبل زيادة عن المرسل إذا كان معدل البيانات

- **Data rate = 10 Kbps**
- **Data rate = 50 Mbps**

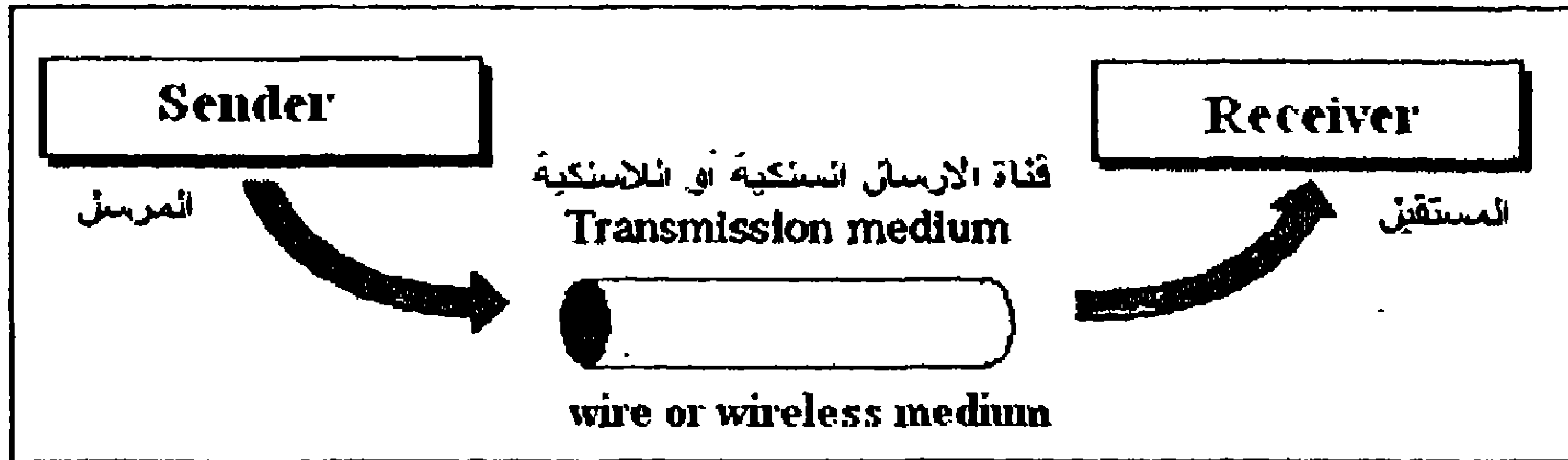
احسب data rate عند المستقبل

الفصل الثالث
وسائط الإرسال
TRANSMISSION MEDIA

3.1) مقدمة

الحواسب وأجهزة الاتصالات تستخدم الإشارات لتمثيل البيانات المراد إرسالها من جهاز إلى جهاز آخر . هذه الإشارات تكون على صورة موجات كهرومغناطيسية تسير خلال وسائط لاسلكية مثل الهواء أو على صورة إشارات كهربية تسير خلال الأسلاك أو الكابلات أو إشارات ضوئية تسير خلال الألياف الضوئية. الطاقة الكهرومغناطيسية هي مزيج من المجالات الكهربية والمغناطيسية وتشتمل على: موجات الصوت و موجات الراديو و موجات الميكروويف و الأشعة تحت الحمراء والضوء المرئي و الأشعة فوق البنفسجية وأشعة Gamma وأشعة X والأشعة الكونية.

الشكل رقم 1 يوضح سريان الإشارات من المرسل إلى المستقبل خلال قناة الإرسال السلكية أو اللاسلكية

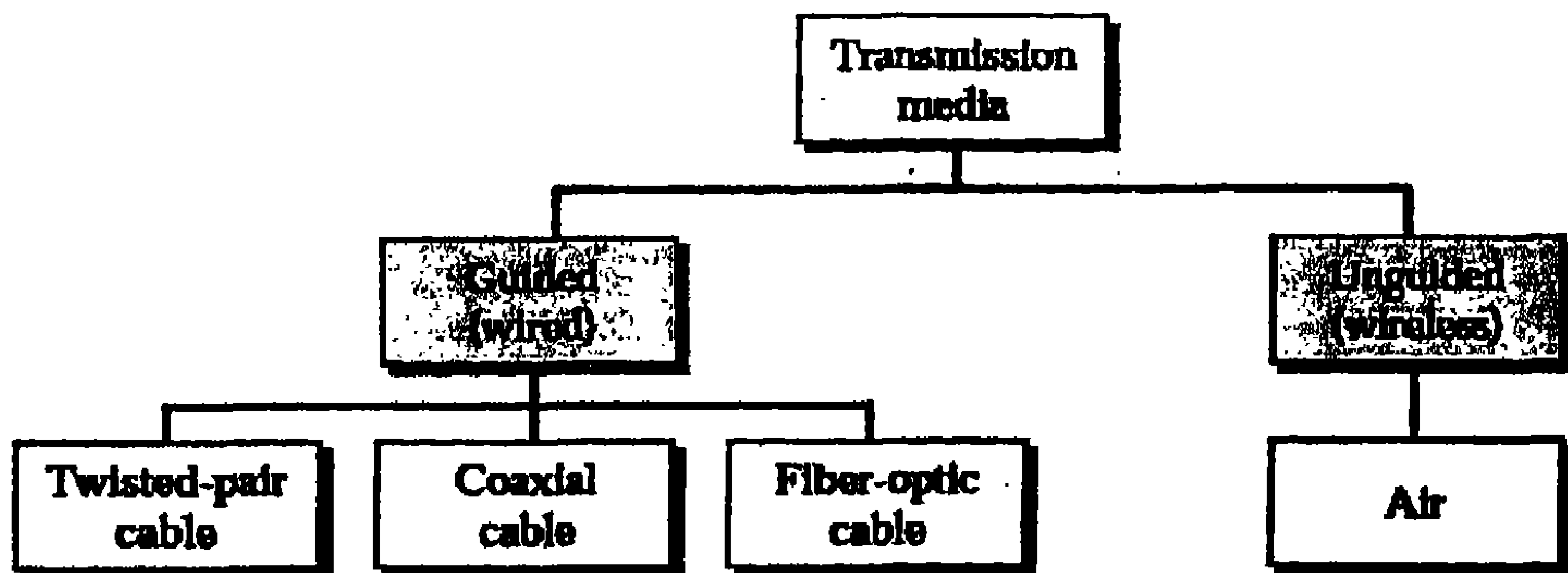


شكل 1: سريان الإشارات من المرسل إلى المستقبل خلال قناة الإرسال السلكية أو اللاسلكية

وسائط (قنوات) الإرسال يمكن تقسيمها إلى نوعين هما :

1) الوسائط الموجهة (السلكية) Guided media

2) الوسائط الغير موجهه (اللاسلكية) Unguided media



لتحديد وسائط الإرسال الملائمة مع الإشارات المراد إرسالها يجب معرفة التالي

أولا: في الإرسال المتصل (analog transmission) : تكون الإشارات متصلة (analog signals) وبالتالي يجب تحديد المدى الترددي للإشارات (signal bandwidth) وذلك لاختيار قناة إرسال لها مدى ترددي (channel bandwidth) أكبر من أو يساوي مجموع المدى الترددي لجميع الإشارات المتصلة المرسلة خلال القناة

ثانيا: في الإرسال الرقمي (digital transmission) : تكون الإشارات رقمية (digital signals) وبالتالي يجب تحديد معدل إرسال البيانات (data rate) وذلك لاختيار قناة

إرسال لها معدل سريان للبيانات (channel data rate) أكبر من أو يساوي مجموع data rates لجميع الإشارات الرقية المرسلة خلال القناة

3.2) الوسائط الموجهة (السلكية) GUIDED MEDIA

وسائط (قنوات) الإرسال السلكية (guided media) تشتمل على الأنواع الثلاثة التالية

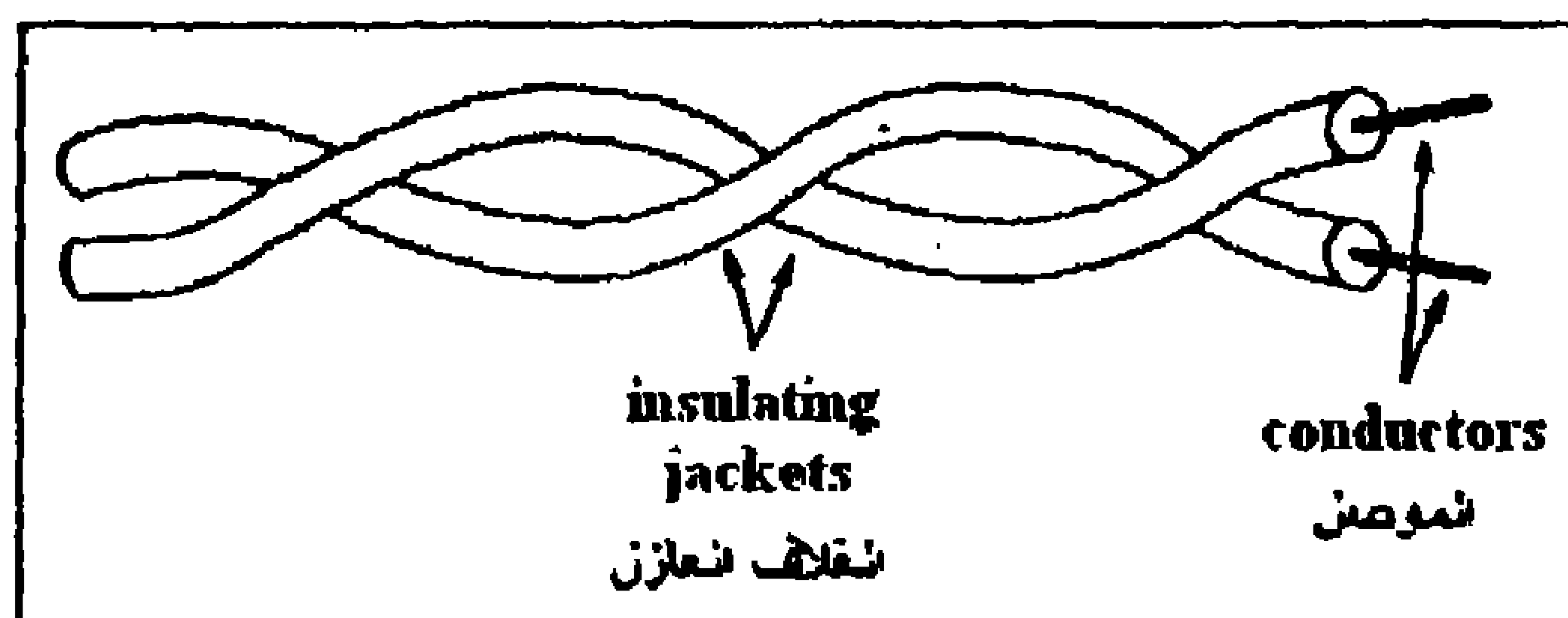
a) كابلات الأزواج الملتفة Twisted-pair cables

b) الكابلات المحورية Coaxial cables

c) الألياف الضوئية Optical fibers

3.2.1) كابلات الأزواج الملتفة Twisted pair cables

كابلات الأزواج الملتفة (twisted-pair cables) هي عبارة عن موصلين (two conductors) كلاهما معزول بمادة عازلة (insulator). الشكل رقم 2 كابلات الأزواج الملتفة (twisted-pair cables)



شكل 2 : أسلاك الأزواج الملتفة (twisted-pair cables)

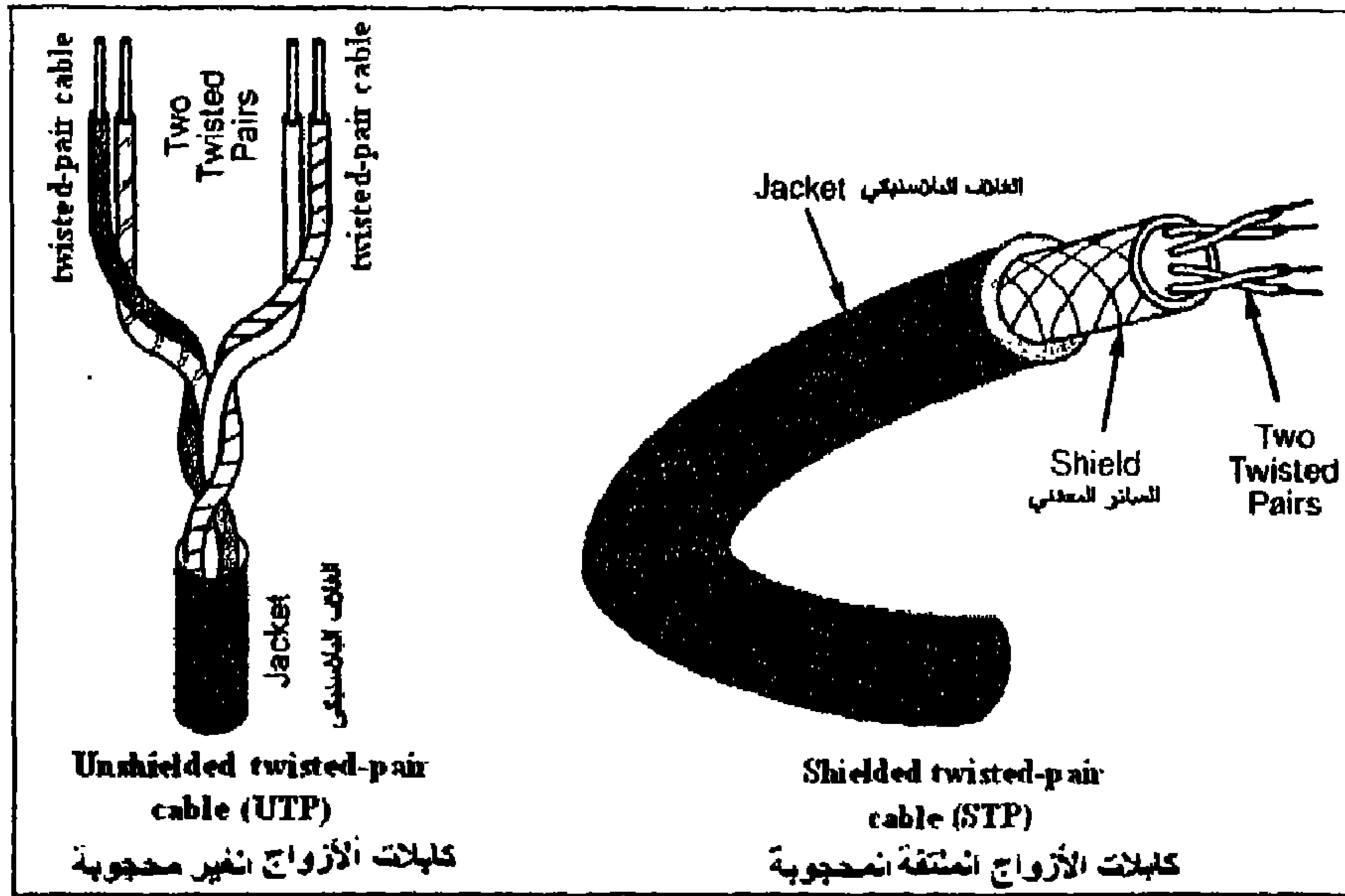
يوجد نوعان أساسيان لكابلات الأزواج المختلفة هما :

a) كابلات الأزواج الملتفة الغير محجوبة

Unshielded twisted-pair (UTP) cable

b) كابلات الأزواج الملتفة المحجوبة Shielded twisted-pair (STP) cable

الشكل رقم 3 يوضح أنواع كابلات الأزواج الملتفة



شكل 3 : أنواع كابلات الأزواج الملتفة

أصناف كابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة

Categories of unshielded twisted-pair (UTP) cables

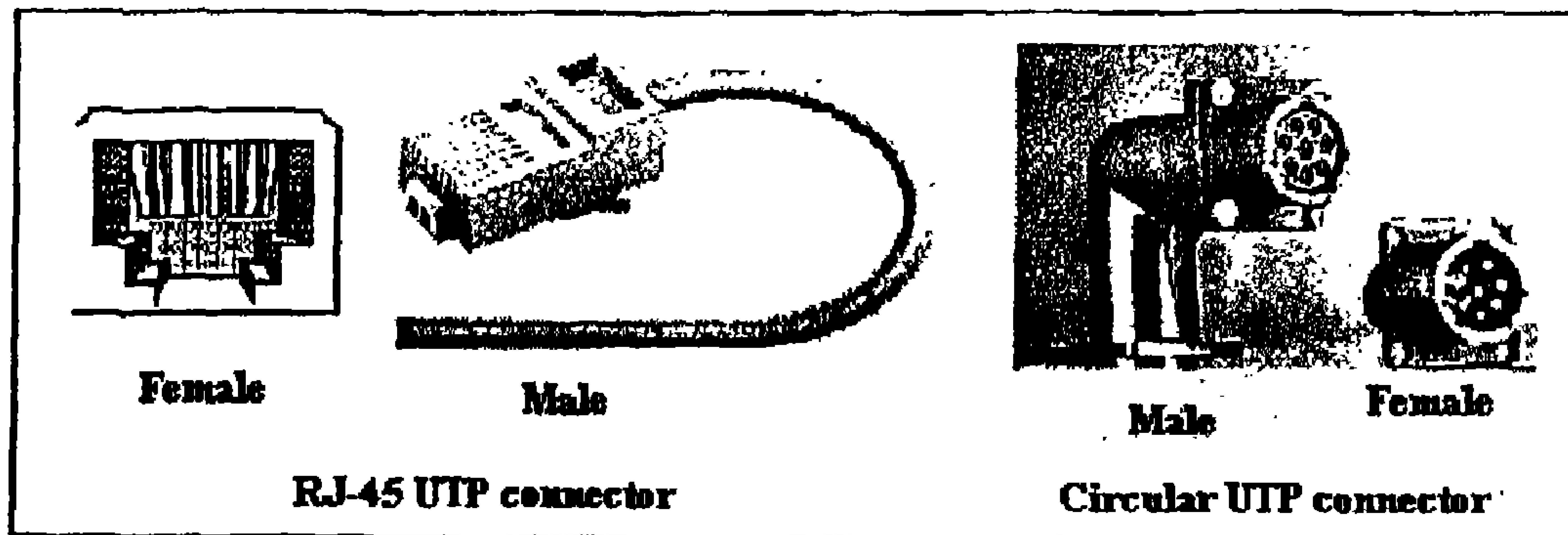
الجدول رقم 1 يوضح أصناف كابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة

جدول 1: أصناف الأسلاك الملتفة غير المحجوبة

[illegible] Category	[illegible] Bandwidth	[illegible] Data rate	نوع الإشارة Digital/Analog	مجالات [illegible]
1	Very low	< 100 Kbps	Analog	Telephone
2	2 MHz	2 Mbps	Analog/digital	
3	16 MHz	10 Mbps	Digital	T-1 line
4	20 MHz	20 Mbps	Digital	LANs
5	100 MHz	100 Mbps	Digital	LANs
6 (draft)	200 MHz	200 Mbps	Digital	LANs
7 (draft)	600 MHz	600 Mbps	Digital	LANs

النهايات الطرفية لكابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة UTP connector

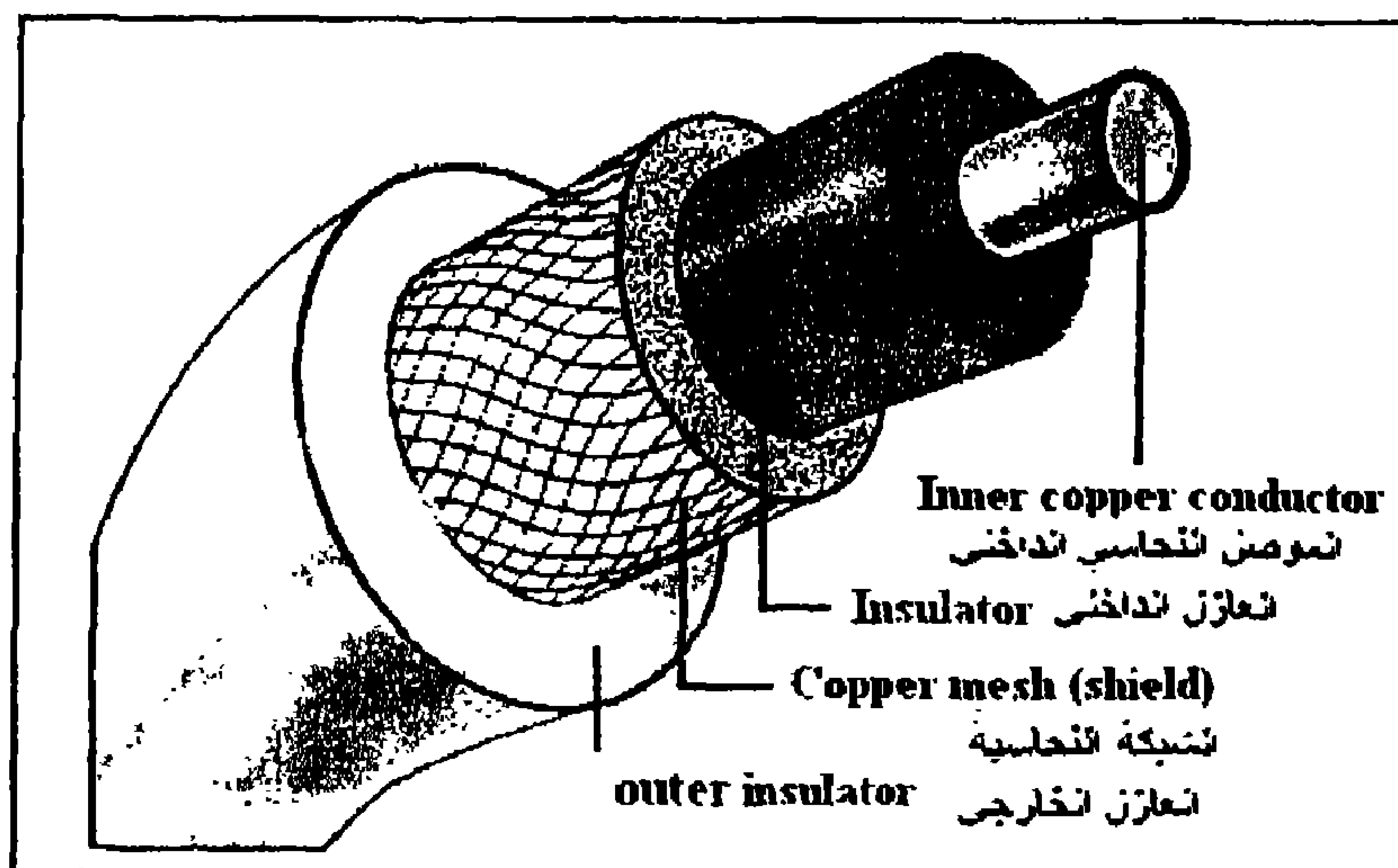
الشكل رقم 4 يوضح شكل النهايات الطرفية لكابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة (UTP connectors) والتي تحتوي على ثمانية أطراف



شكل 4 : شكل النهايات الطرفية لكابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة (UTP connectors)

3.2.2) الكابلات المحورية Coaxial Cables

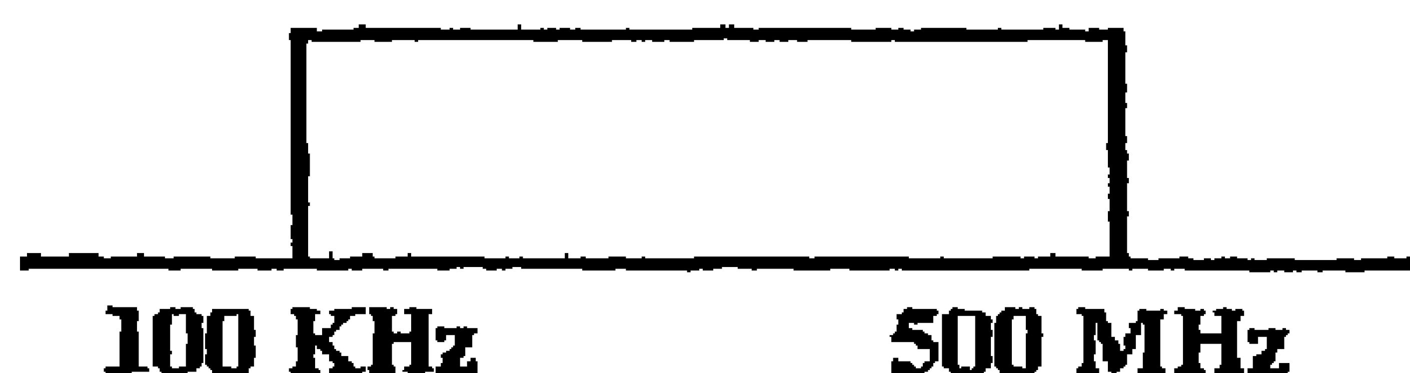
الكابلات المحورية (coaxial cables) تحمل الإشارات عالية التردد مقارنة بالكابلات الملتفة (twisted-pair cables). الشكل رقم 5 يوضح أجزاء Coaxial cable



شكل 5: أجزاء Coaxial cable

حيز الترددات المستخدم مع الكابلات المحورية

يمكن للكابلات المحورية أن تحمل إشارات ذو مجالات ترددية أعلى من كابلات الأزواج الملتفة. الشكل رقم 6 يوضح المدى الترددي للكابلات المحورية. من الشكل يتضح أن الكابلات المحورية لها مدى ترددي من 100 KHz إلى 500 MHz أي أنه يسمح بمرور الإشارات التي ترددها محصور داخل هذا المدى



شكل 6 : المدى الترددي للكابلات المحورية

أصناف الكابلات المحورية Categories of coaxial cables

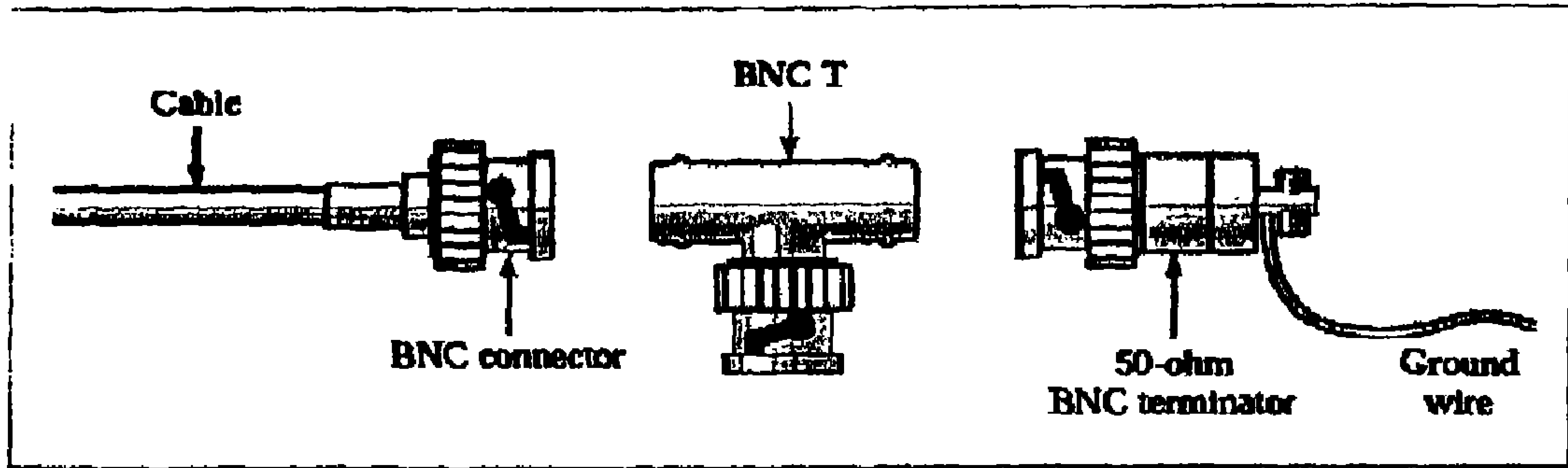
يوجد أصناف متعددة من الكابلات المحورية بعضها يستخدم في الكابلات المتصلة بأجهزة التليفزيون والبعض الأخر يستخدم في الشبكات. الجدول رقم 2 يوضح أصناف الكابلات المحورية ومقاومتها الداخلية ومجال استخدام كل منها

جدول 2 : أصناف الكابلات المحورية ومقاومتها الداخلية ومجال استخدام كل منها

Category	Impedance	Use
RG-59	75 Ω	Cable TV
RG-58	50 Ω	Thin Ethernet
RG-11	50 Ω	Thick Ethernet

النهايات الطرفية للكابلات المحورية BNC connectors

الشكل رقم 7 يوضح أشكال النهايات الطرفية للكابلات المحورية

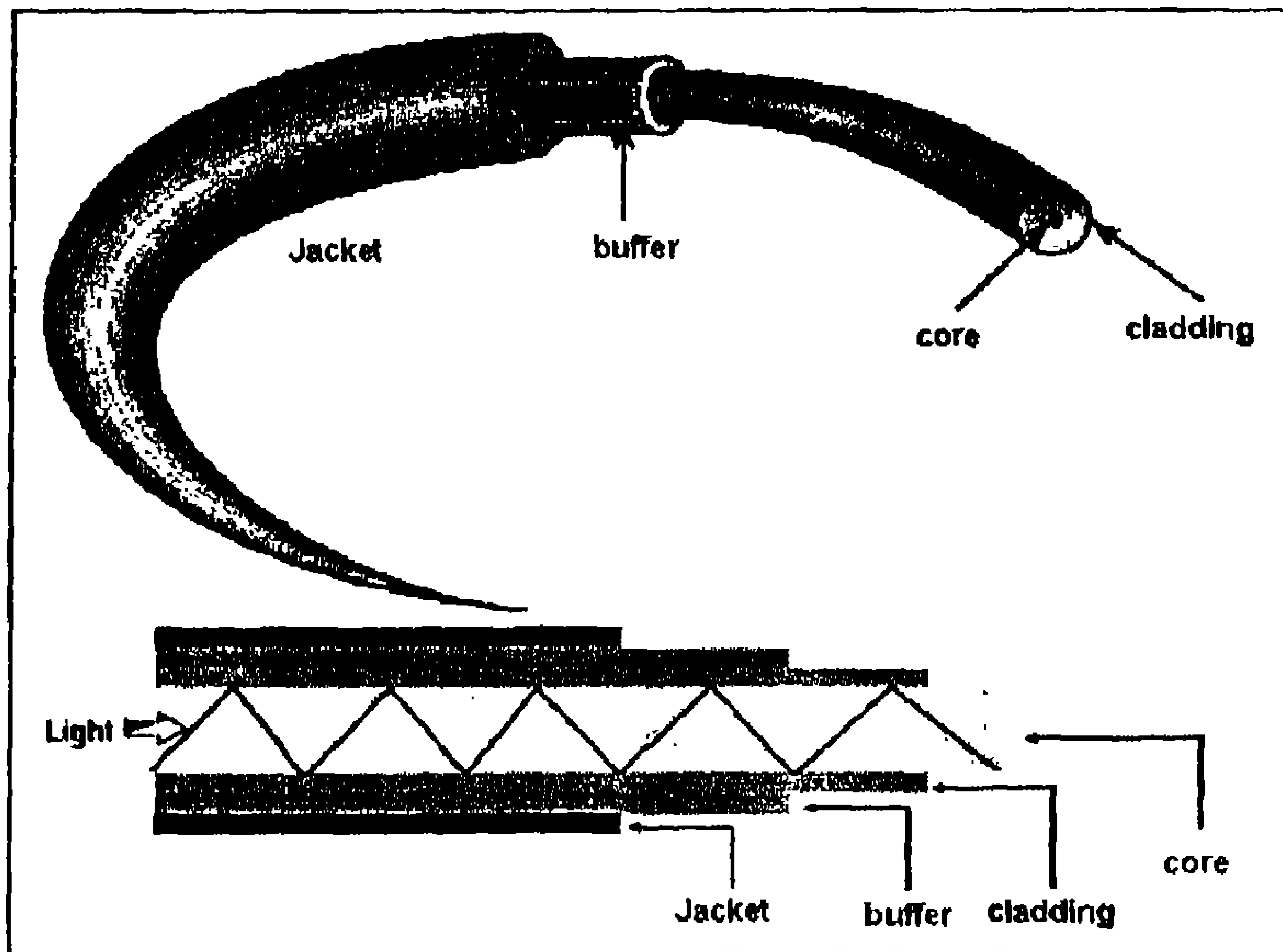


شكل 7 : أشكال النهايات الطرفية للكابلات المحورية

3.2.3) الألياف الضوئية Optical fibers

في الكابلات الملتفة (twisted-pair cables) والكابلات المحورية (coaxial cables) تكون الإشارات المرسلة في صورة تيار كهربائي (إشارة كهربية) يسير في الكابلات. في الألياف الضوئية تكون الإشارات المرسلة في صورة ضوء يسير في الألياف الضوئية. يتكون optical fiber cable من: Core, Cladding, Buffer, and Jacket.

الشكل رقم 8 يوضح أجزاء الألياف الضوئية (optical fiber cables)



شكل 8 : أجزاء الألياف الضوئية (optical fiber cables)

Fiber-optic cable connectors النهايات الطرفية لكابلات الألياف الضوئية

الجدول 3 رقم يوضح أشكال وبعض المواصفات الفنية وتطبيقات الاستخدام للنهايات الطرفية للألياف الضوئية

Connector	Insertion Loss	Repeatability	Fiber Type	Applications
FC	0.50-1.00 dB	0.20 dB	SM, MM	Datacom, Telecommunications
FDDI	0.20-0.70 dB	0.20 dB	SM, MM	Fiber Optic Network
LC	0.15 db (SM) 0.10 dB (MM)	0.2 dB	SM, MM	High Density Interconnection
MT Array	0.30-1.00 dB	0.25 dB	SM, MM	High Density Interconnection
SC	0.20-0.45 dB	0.10 dB	SM, MM	Datacom
SC Duplex	0.20-0.45 dB	0.10 dB	SM, MM	Datacom

Optical fiber communication systems أنظمة اتصالات الألياف الضوئية

أنظمة الألياف الضوئية تستخدم نبضات ضوئية لإرسال المعلومات خلال خطوط الألياف الضوئية بدلا من النبضات الكهربية خلال خطوط الكابلات النحاسية. الشكل رقم 9 يوضح نظام الاتصالات باستخدام الألياف الضوئية

Coder:

يقوم بتحويل البيانات المتصلة إلى إشارات رقمية (نبضات)

Light source

يقوم بتحويل الإشارات الرقمية (النبضات) إلى إشارة ضوئية

Optical fiber cable

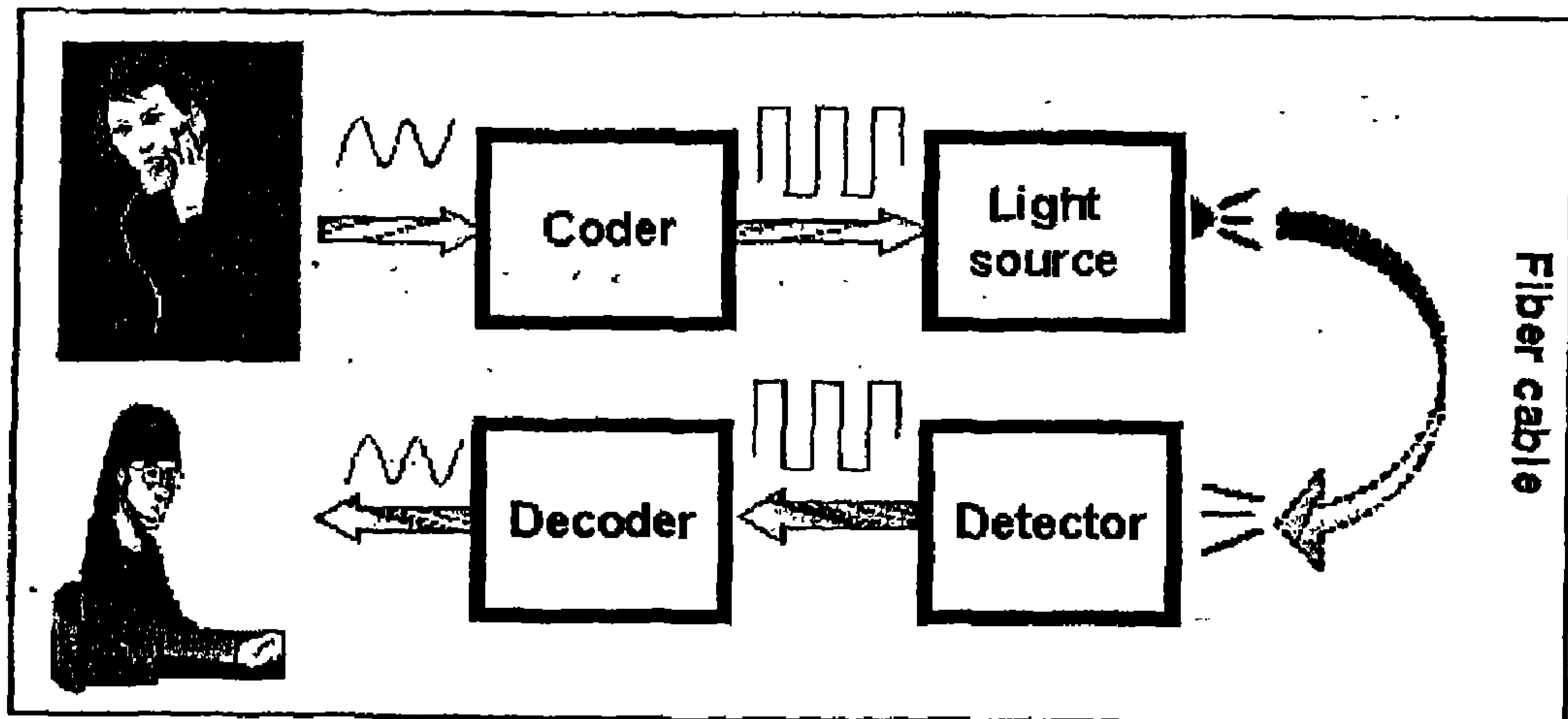
يستخدم لنقل الإشارة الضوئية من جهاز الإرسال إلى جهاز الاستقبال

Detector

يستخدم لتحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة رقمية (نبضات)

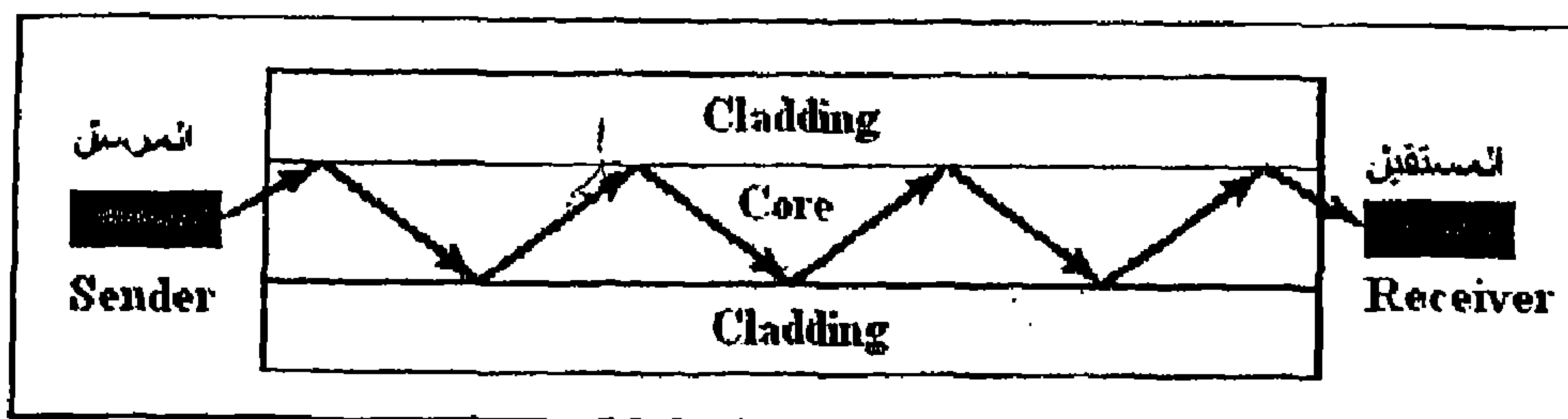
Decoder

يقوم بتحويل الإشارة الرقمية إلى بيانات متصلة لعرضها على المستخدم



شكل 9 : نظام الاتصالات باستخدام كابلات الألياف الضوئية

الشكل رقم 10 يوضح انتقال الإشارة الضوئية من المرسل إلى المستقبل وانحصارها داخل طبقة Core



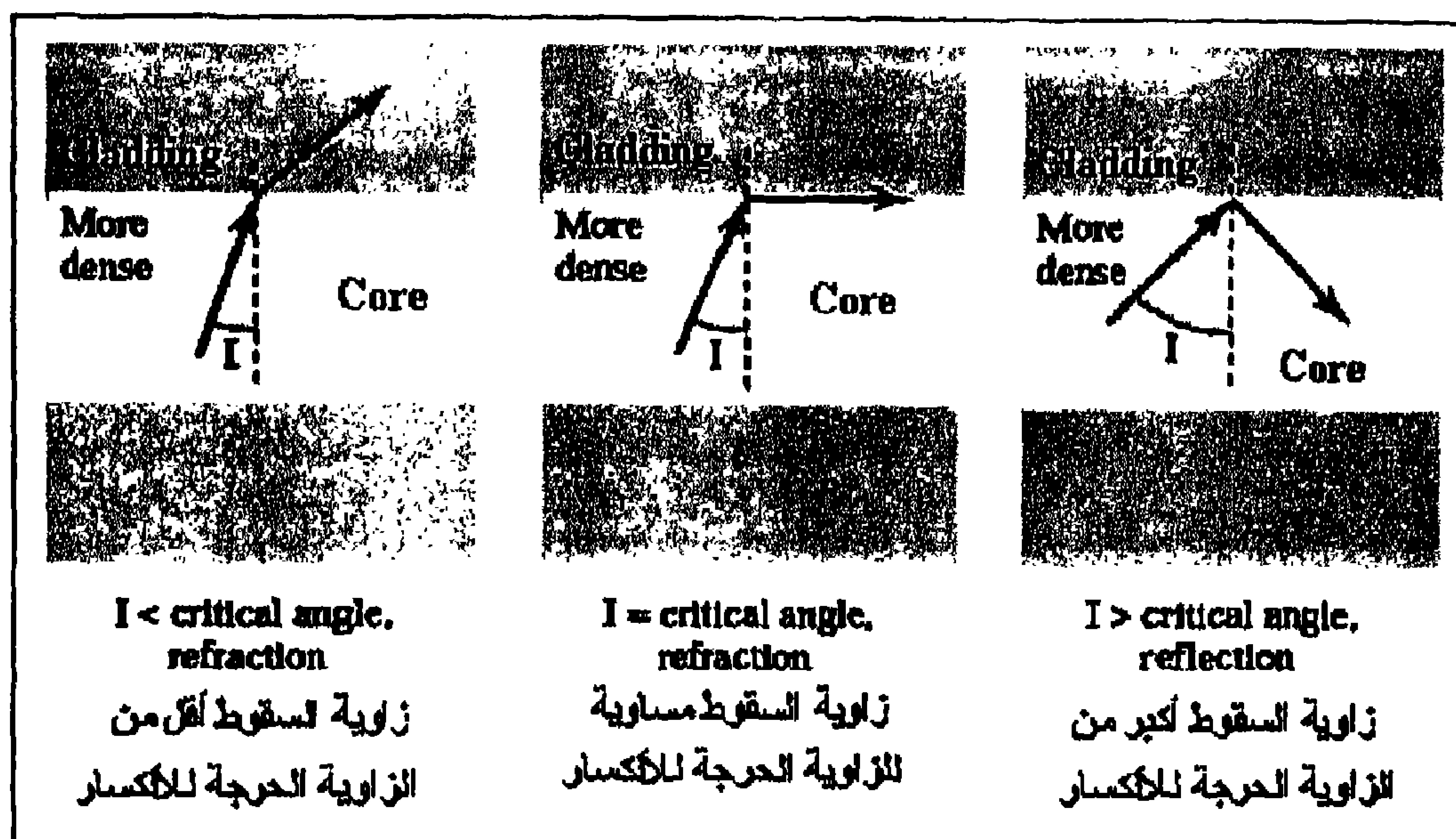
شكل 10 : انتقال الإشارة الضوئية من المرسل إلى المستقبل وانحصارها داخل طبقة Core

هناك ثلاثة عوامل تحدد مدى انحصار الأشعة داخل: Core

1) زاوية سقوط الشعاع الضوئي على طبقة Core (I or Θ)
2) معامل الانكسار (Refractive index) لطبقة Core (N1)
3) معامل الانكسار (Refractive index) لطبقة Cladding (N2)

زاوية السقوط الحرجة

هي زاوية سقوط الشعاع الضوئي على طبقة core والتي تؤدي إلى سريان الشعاع الضوئي خلال السطح الفاصل بين طبقتي core and cladding. الشكل رقم 11 يوضح حالات زاوية سقوط الشعاع الضوئي على مادة core ومدى تأثيرها على انحصار الشعاع الضوئي داخل طبقة core



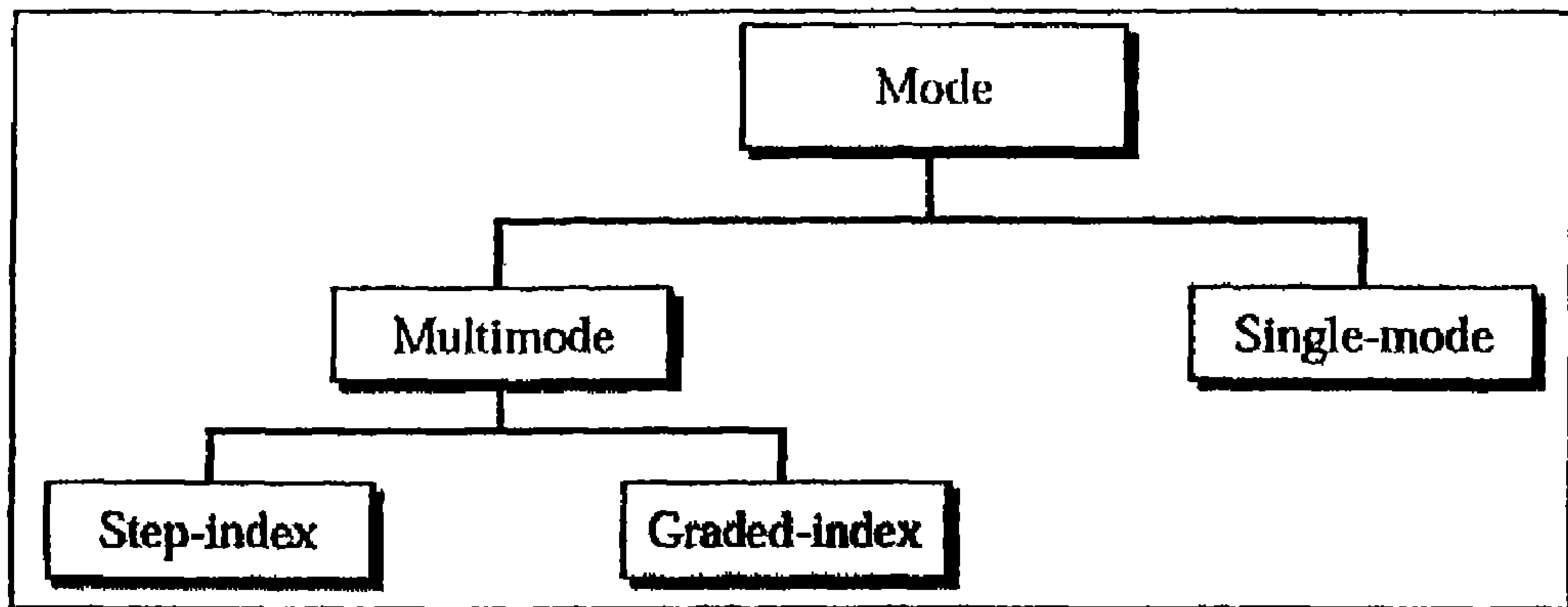
شكل 11: حالات زاوية سقوط الشعاع الضوئي على مادة core

إذا كانت زاوية سقوط الشعاع الضوئي > الزاوية الحرجة يسير الشعاع الضوئي خلال طبقة core وإذا كانت زاوية سقوط الشعاع الضوئي < الزاوية الحرجة يخترق الشعاع الضوئي طبقة core وينتقل خلال طبقات cladding والذي يؤدي إلى فقد هذا الشعاع.

في الاتصالات يجب أن تكون زاوية سقوط الشعاع الضوئي على طبقة core أكبر من الزاوية الحرجة حتى يمكن للضوء أن يسير خلال طبقة core.

أنماط انتشار الإشارة الضوئية Propagation modes

يوجد نمطان أساسيان لانتشار الضوء خلال الألياف الضوئية وكلاهما يعتمد على الخصائص المادية للألياف الضوئية. النوع الأول يسمى multimode والثاني يسمى single mode. النوع الأول يتم تنفيذه من خلال شكلان هما step-index and graded index . الشكل رقم 12 يوضح أنماط انتشار الضوء خلال الألياف الضوئية



شكل 12 : أنماط انتشار الضوء خلال الألياف الضوئية

multimode (a

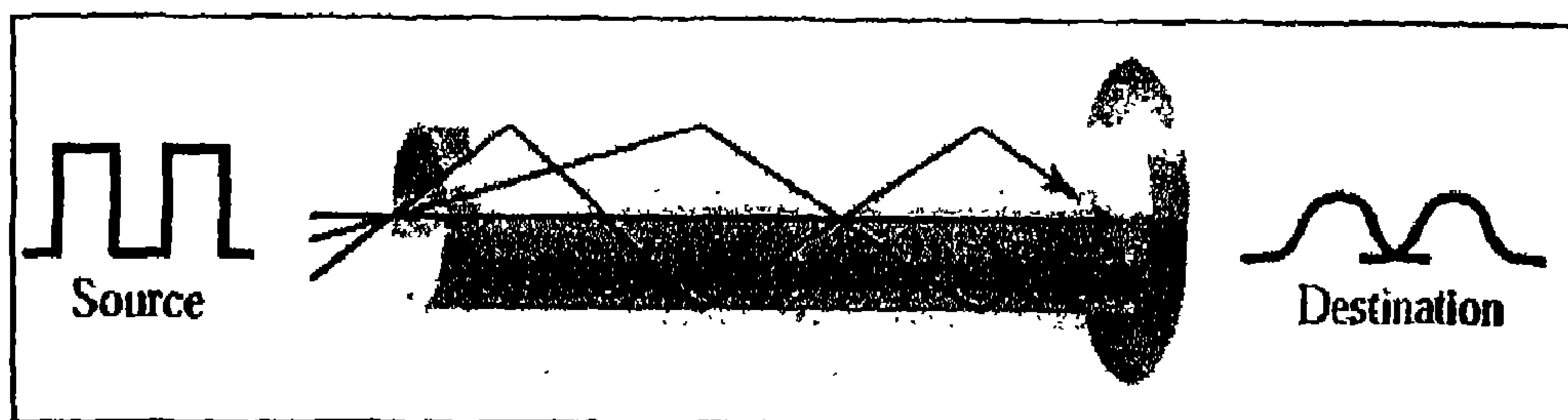
في هذا النمط يتحرك أكثر من شعاع ضوئي خلال طبقة core في مسارات مختلفة اعتمادا على هيكل core .

Multimode step-index fiber

في حالة multimode step-index fiber يكون core density ثابتا من المركز إلى الحافة (from center to edge) . الشعاع الضوئي يتحرك خلال constant density في خطوط مستقيمة حتى يصل إلى السطح الفاصل بين core

lower density عند السطح الفاصل يوجد تغير مفاجئ إلى .and cladding والذي يغير من زاوية حركة الشعاع.

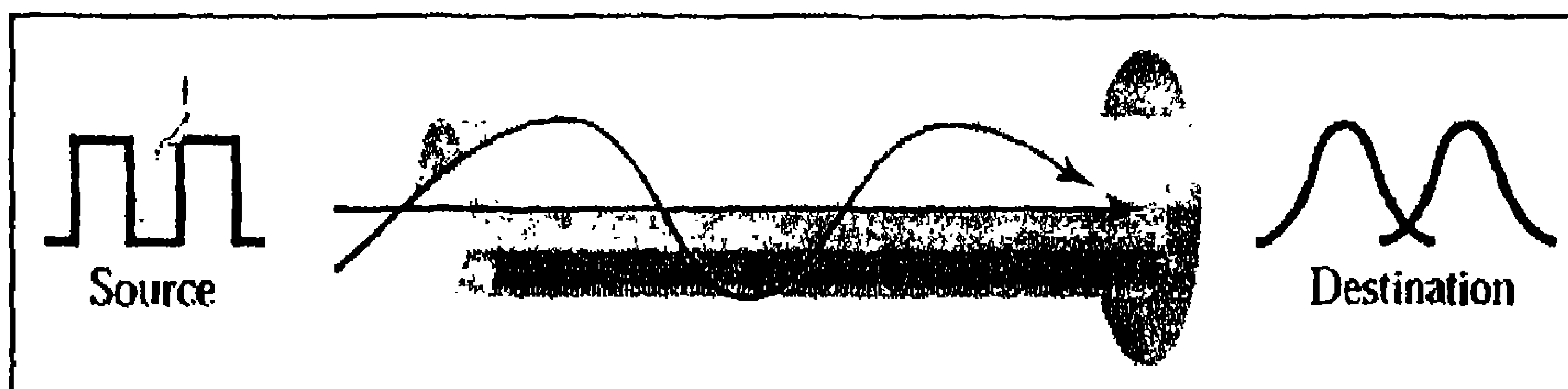
المصطلح step-index يرمز إلى هذا التغير المفاجئ. الشكل رقم 13 يوضح أنه يوجد عدد من الأشعة تتنقل خلال step-index fiber. بعض الأشعة تتنقل في خط مستقيم في منصف core وتصل إلى destination بدون وجود انعكاس (reflection) أو انكسار (refraction)



شكل 13 : Multimode step-index optical fiber

Multimode graded-index fiber

في هذا النمط من الألياف الضوئية يكون density متغيرة حيث تكون density عالية جدا عند مركز طبقة core وتقل تدريجيا حتى تكون صغيرة جدا عند حافة طبقة core . الشكل 14 يوضح تأثير تغير density على انتشار الأشعة الضوئية خلال طبقة core . الشعاع الأفقي (زاوية سقوط تساوي صفر) يتحرك في خط مستقيم خلال constant density في المركز. الأشعة عند زوايا السقوط الأخرى يحدث لها انكسار (refraction) في شكل خط منحني

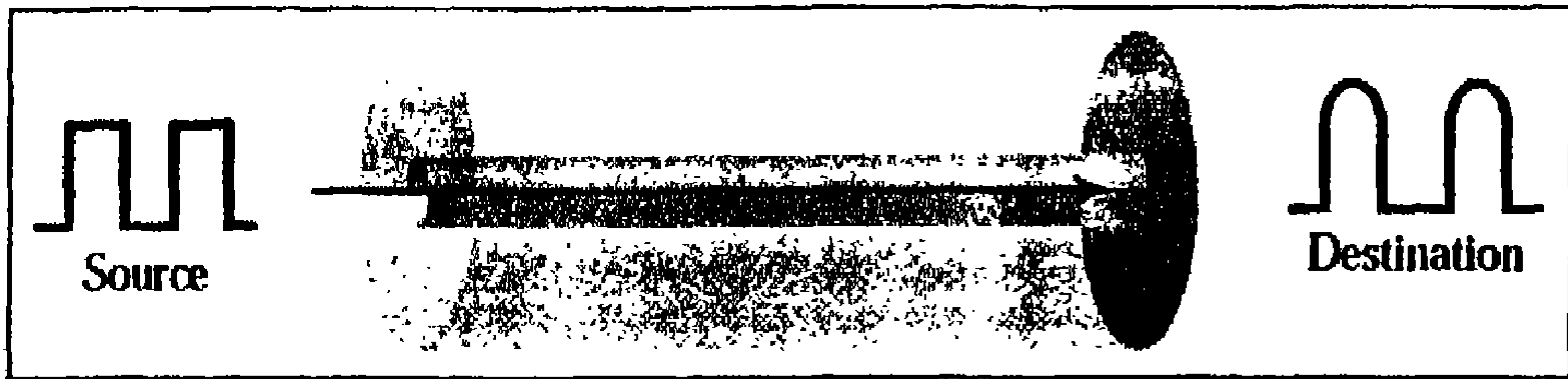


شكل 14 : Multimode graded-index optical fiber

single mode (b

هذا النمط من انتشار الأشعة يستخدم step-index fiber مع وجود مصدر ضوئي يركز الأشعة في زوايا سقوط صغيرة جدا قريبة من الصفر. قطر (diameter) single-mode fiber يكون صغيرا جدا مقارنة بكابلات multimode fibers والتي يكون لها معامل انكسار صغير (low density). صغر معامل الانكسار (density) يجعل زاوية السقوط الحرجة تقترب من 90 درجة والذي يجعل سريان الشعاع في اتجاه مستقيم خلال طبقة core .

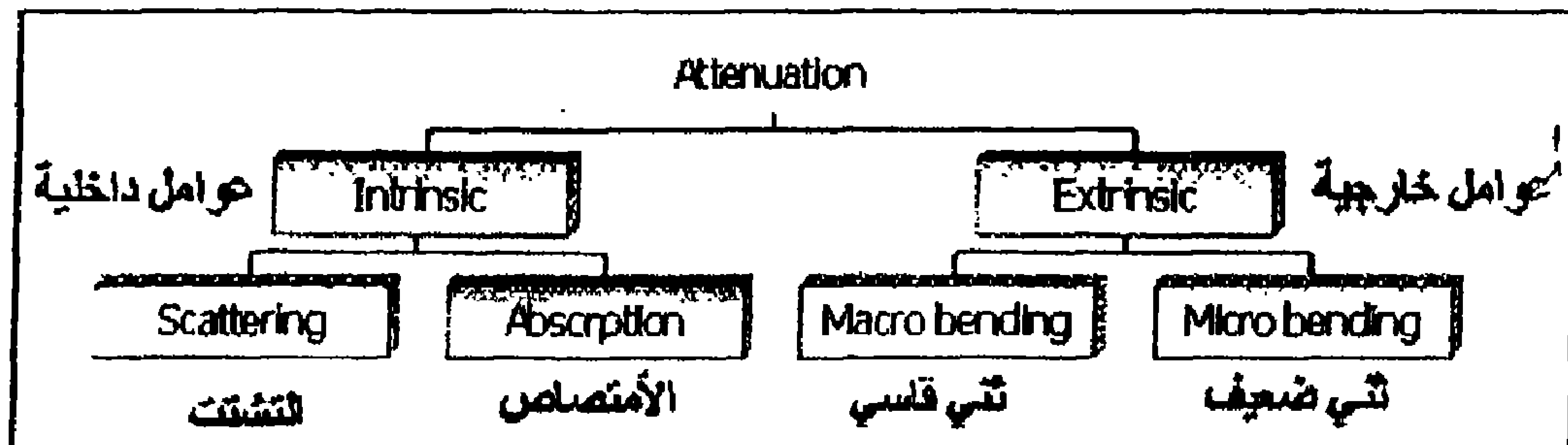
في هذا النمط يكون انتشار عدة أشعة غالبا متماثل مع وجود زمن تأخير صغير جدا يمكن إهماله. جميع الأشعة تصل إلى destination معا ويمكن إعادة تجميعها بدون حدوث تشويه للإشارة. الشكل رقم 15 يوضح سريان الشعاع الضوئي خلال single-mode fiber



شكل 15 : سريان الشعاع الضوئي خلال single-mode optical fiber

مصادر فقد القدرة في الألياف الضوئية Fiber Optics Losses

الشكل رقم 16 يوضح مصادر فقد القدرة losses في كابلات الألياف الضوئية



شكل 16 : مصادر فقد القدرة losses في كابلات الألياف الضوئية

مزايا كابلات الألياف الضوئية

- أقل سمكا Thinner
- أقل وزنا Lightweight
- تستخدم إشارات ضوئية Light signals
- لها قدرة استيعابية عالية لنقل معلومات كثيرة Higher carrying capacity
- أقل استهلاكا للقدرة Low power
- مرنة Flexible
- لا تشتعل Non-flammable

عيوب الألياف الضوئية

- التكلفة Cost

الألياف الضوئية أعلى تكلفة من الكابلات المحورية وكابلات الأزواج الملتفة

- التركيب والصيانة Installation and maintenance

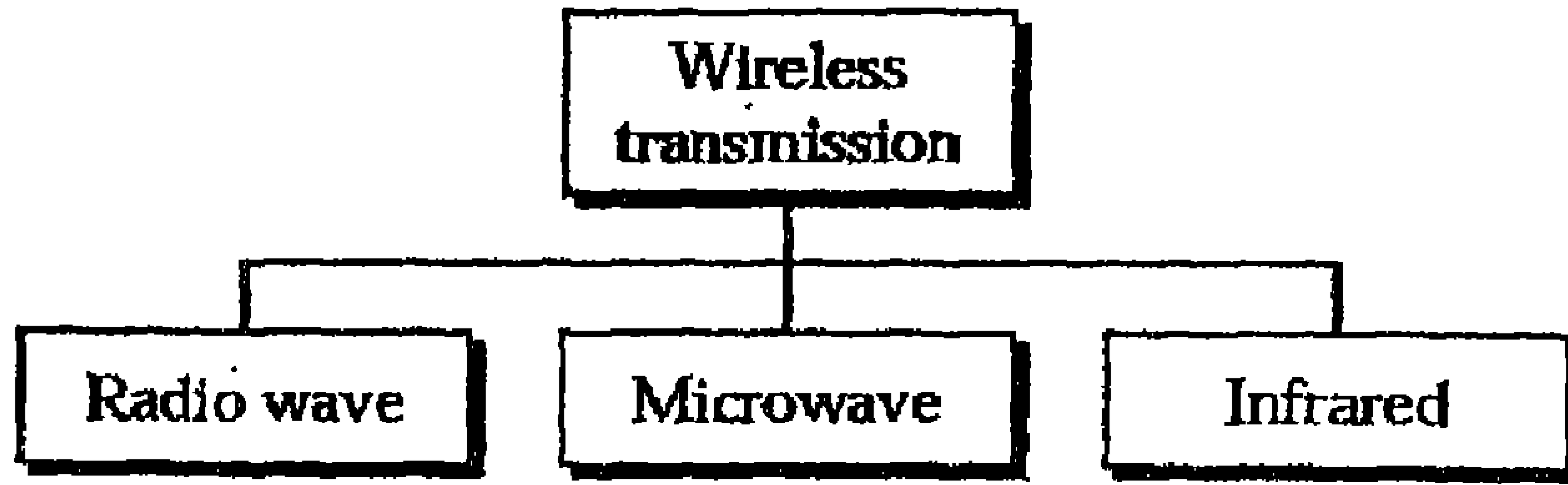
أي خدوش في طبقة core تؤدي إلى تشتت الأشعة الضوئية وبالتالي فأن optical fiber يجب أن تنقي من أي شوائب أو خدوش. التوصيلات الملحقة بكابلات الألياف الضوئية يجب أن تكون ملائمة (matched) لطبقة core حتى لا يؤدي إلى فقد الطاقة الضوئية في حالة عدم الملائمة

- سهولة الكسر(هشة) Fragility

كابلات الألياف الضوئية أكثر عرضة للكسر مقارنة بالكابلات المحورية وكابلات الأزواج الملتفة

3.3) الوسائط الغير موجهه (لاسلكية) UNGUIDED MEDIA

تستخدم الوسائط الغير موجهه لنقل موجات الراديو Radio waves وموجات الميكروويف Microwave وإشارات الأشعة تحت الحمراء Infrared signals

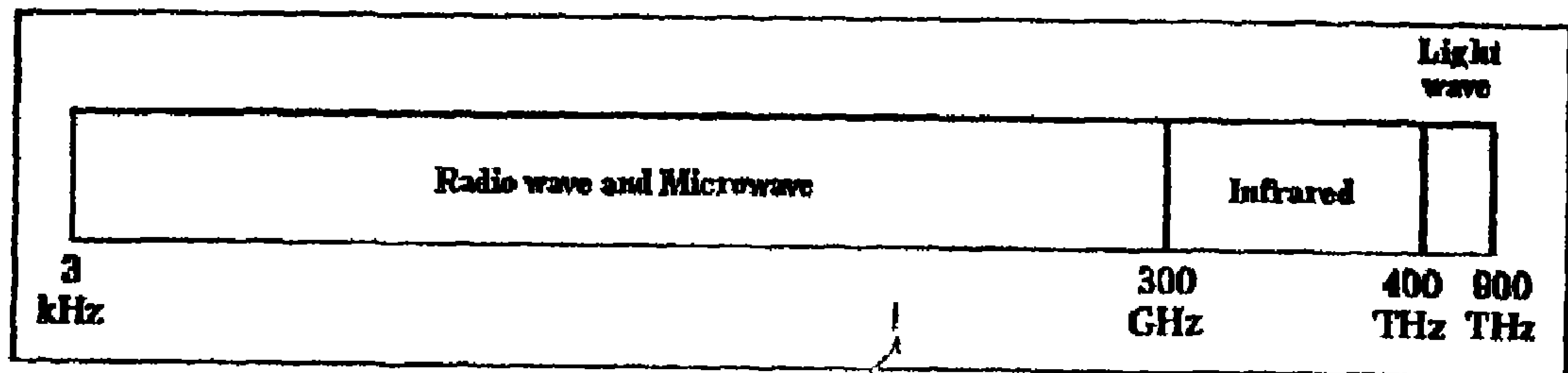


موجات الراديو (Radio waves) تستخدم في الاتصالات الموزعة (أنظمة الإرسال والاستقبال التليفزيوني). موجات الميكروويف (Microwave) تستخدم في الاتصالات الموجهة (المتجه إلى مكان محدد) مثل التليفونات الخلوية وشبكات الأقمار الصناعية وشبكات الاتصال المحلية والمتوسطة والمتسعة (LAN, MAN and WAN) والرادارات .

موجات الأشعة تحت الحمراء تستخدم في الاتصالات قصيرة المدى في الأماكن المغلقة باستخدام خاصية الانتشار عبر خط الرؤية (line-of-sight propagation)

طيف الموجات الكهرومغناطيسية لوسائط النقل اللاسلكية

الشكل رقم 17 يوضح الطيف الترددي للموجات الكهرومغناطيسية



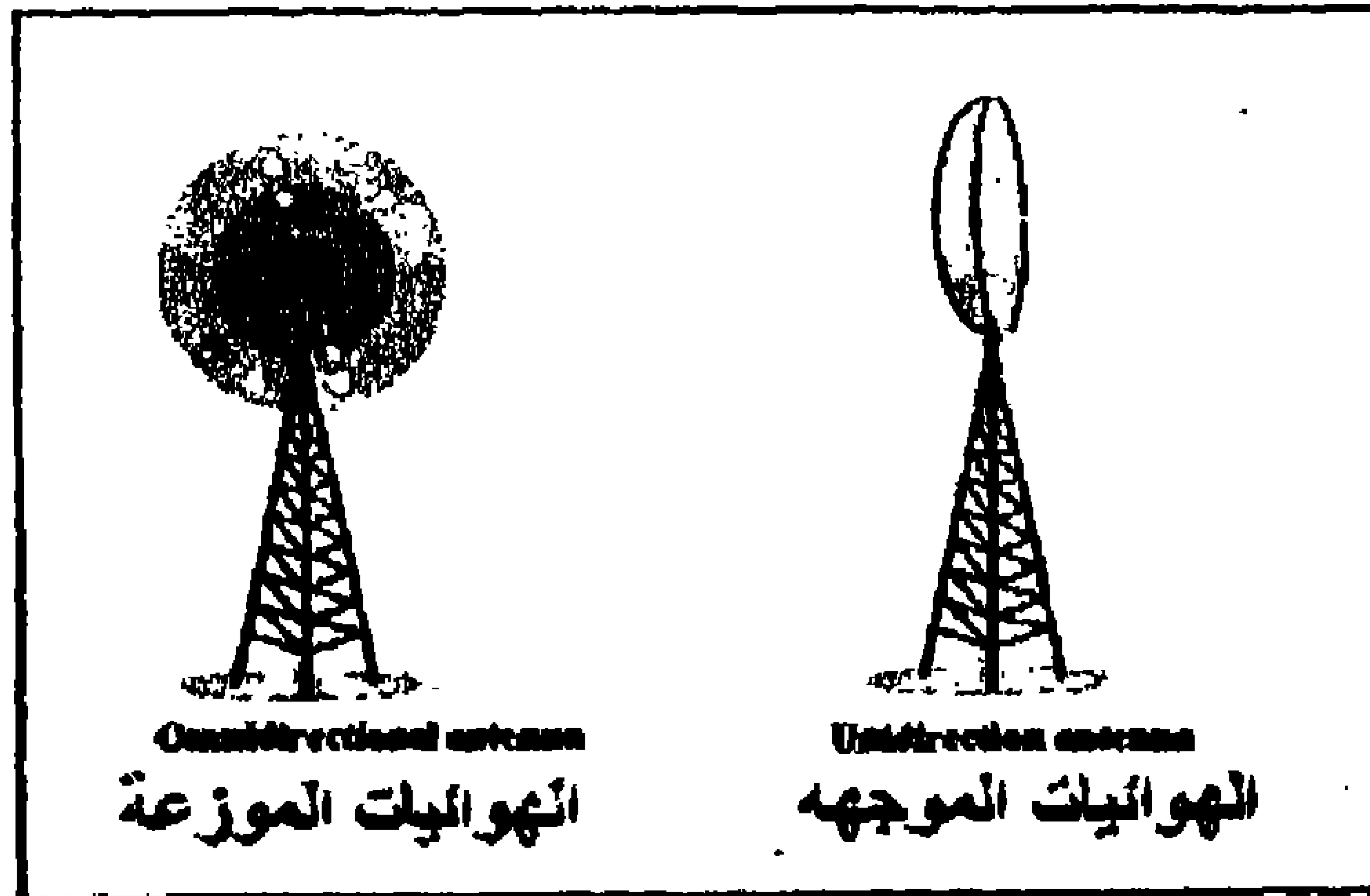
شكل 17 : الطيف الترددي للموجات الكهرومغناطيسية

3.4) الهوائيات الموزعة والهوائيات الموجهة

OMNI DIRECTIONAL AND UNIDIRECTIONAL ANTENNAS

الهوائيات الموزعة (Omni directional antennas) تستخدم في الاتصالات الموزعة حيث أن القدرة تنتشر في كل الاتجاهات بقيم متساوية. تستخدم الهوائيات الموزعة في الإرسال التليفزيوني حيث أن الإرسال يوزع بالتساوي في جميع الاتجاهات (Broadcasting).

الهوائيات الموجهة (Unidirectional antennas) تستخدم في الاتصالات الموجهة حيث أن القدرة يتم تركيزها في اتجاه معين وليس في كل الاتجاهات. تستخدم الهوائيات الموجهة في الإرسال الراداري والإرسال من المحطات الأرضية إلى الأقمار الصناعية. الشكل رقم 18 يوضح شكل الهوائيات الموزعة والهوائيات الموجهة.



شكل 18: الهوائيات الموزعة والهوائيات الموجهة

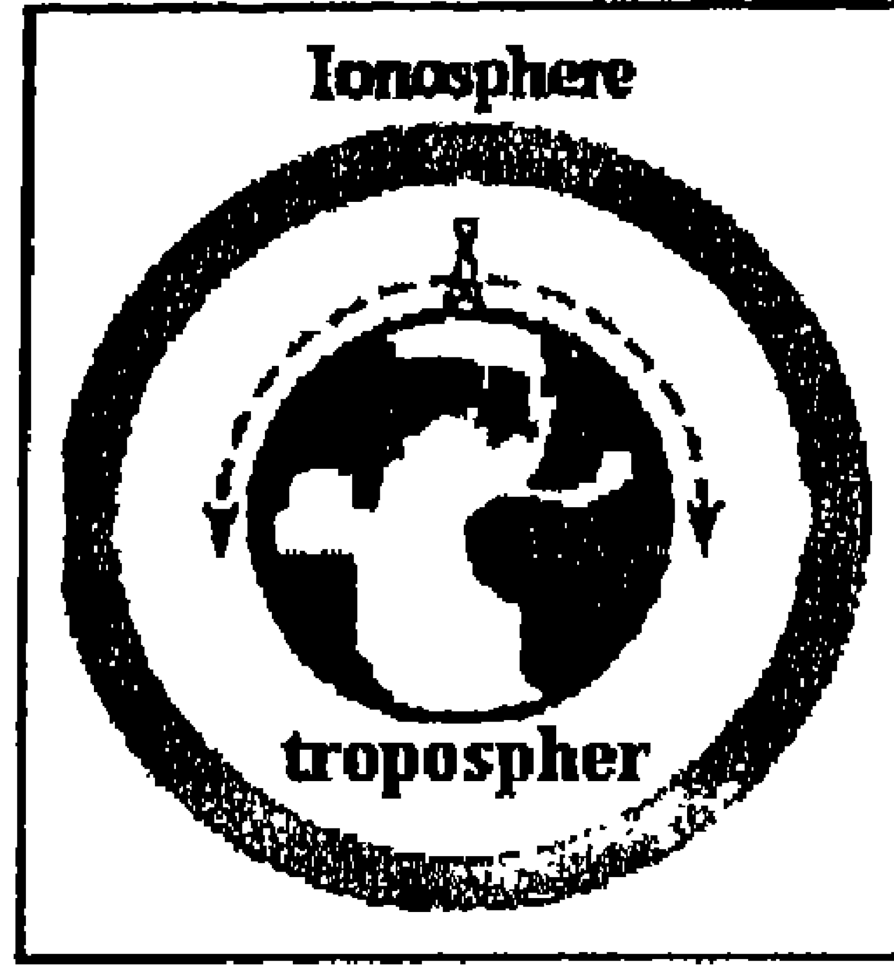
3.5) انتشار الموجات

PROPAGATION OF WAVES

الموجات تستخدم خمس أنواع من الانتشار: انتشار أرضى (surface propagation) وانتشار خلال طبقة التروبوسفير troposphere وانتشار خلال طبقة الأيونوسفير ionosphere وانتشار خط الرؤية line-of sight والانتشار الفراغي space propagation

الانتشار الأرضي ground propagation

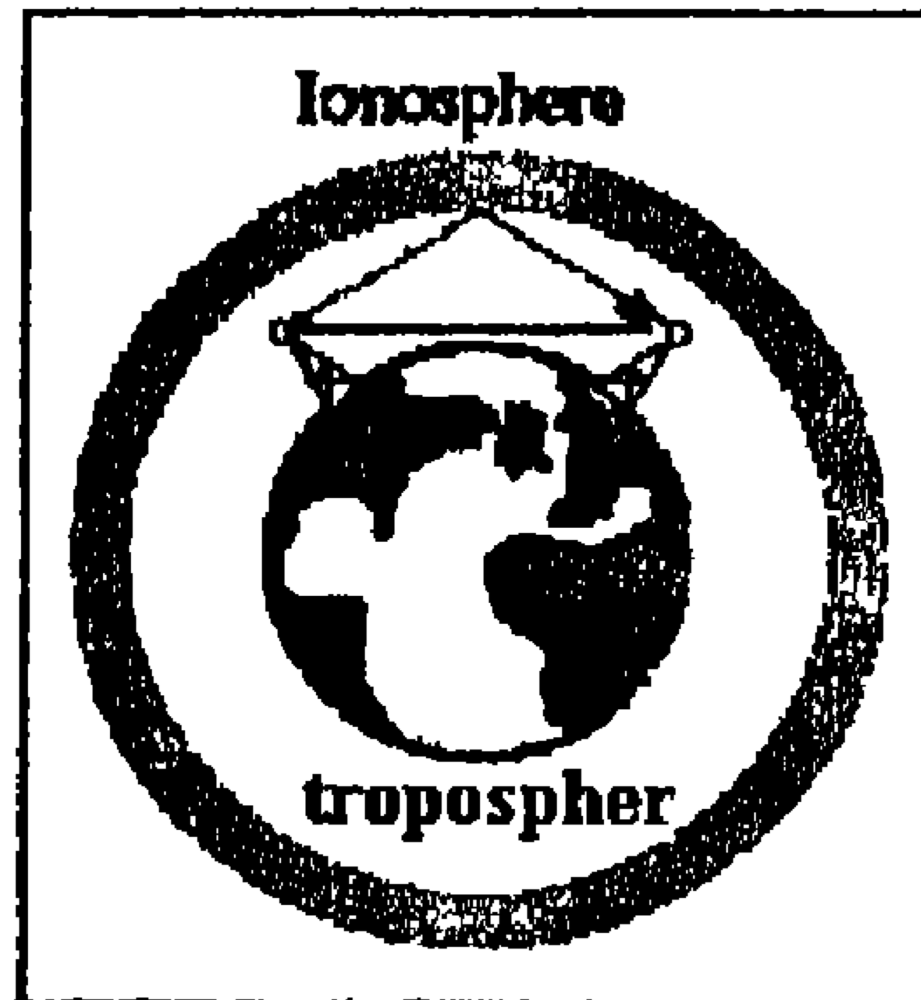
في هذا النوع تتنقل الموجات خلال الجزء الأسفل من الغلاف الجوي قريبا من مستوى سطح الأرض. عند الترددات الصغيرة تنبعث موجات الراديو من هوائي الإرسال في كل الاتجاهات وتنتشر حتى تصل إلى وجهتها النهائية. مسافات الانتشار في هذه الحالة تعتمد على قدرة موجات الراديو المرسلة. الشكل رقم 19 يوضح الانتشار الأرضي



شكل 19: الانتشار الأرضي (ground propagation)

الانتشار خلال طبقة التروبوسفير (troposphere propagation)

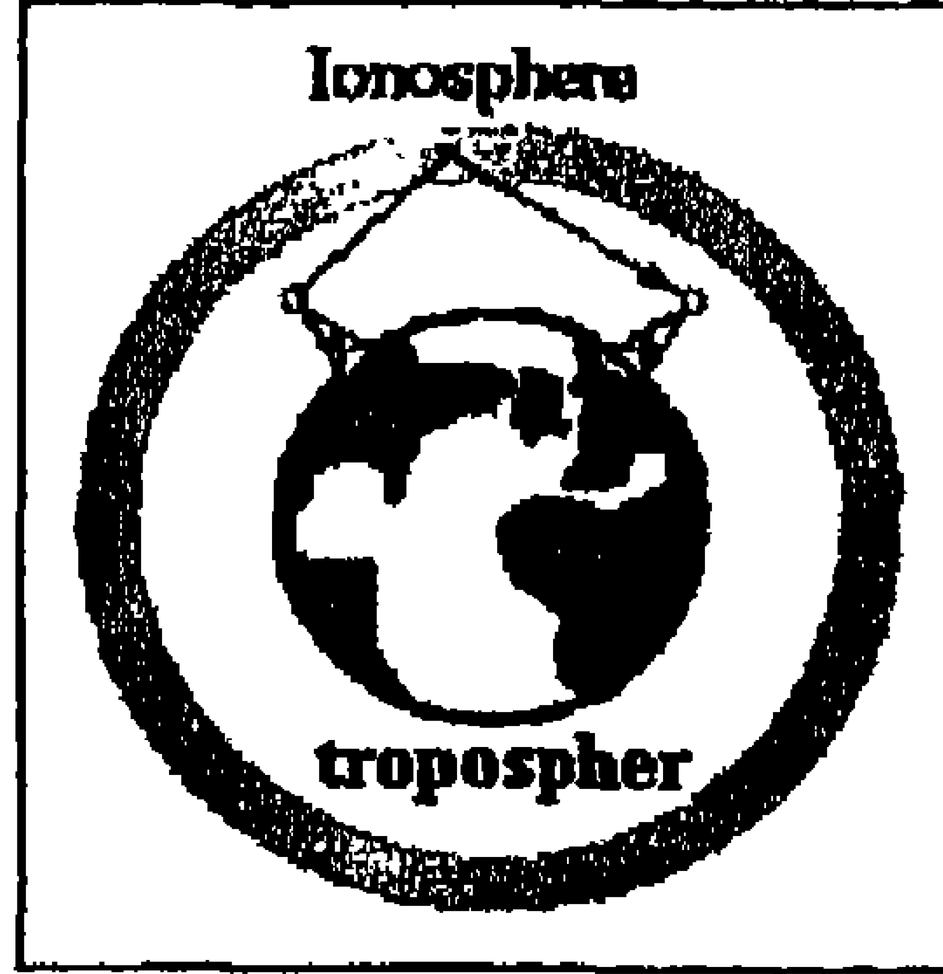
هذا النوع من الانتشار له طريقتان أما أن توجه الموجات في خط مستقيم من هوائي إلى هوائي آخر (line-of-sight) أو توجه إلى الطبقات العليا لطبقة التروبوسفير حيث تنعكس هناك لترتد إلى سطح الأرض وبالتالي يتم تغطية مساحة كبيرة للإرسال . الشكل رقم 20 يوضح الانتشار خلال طبقة التروبوسفير



شكل 20 : الانتشار خلال طبقة التروبوسفير

الانتشار خلال طبقة الأيونوسفير (ionosphere propagation)

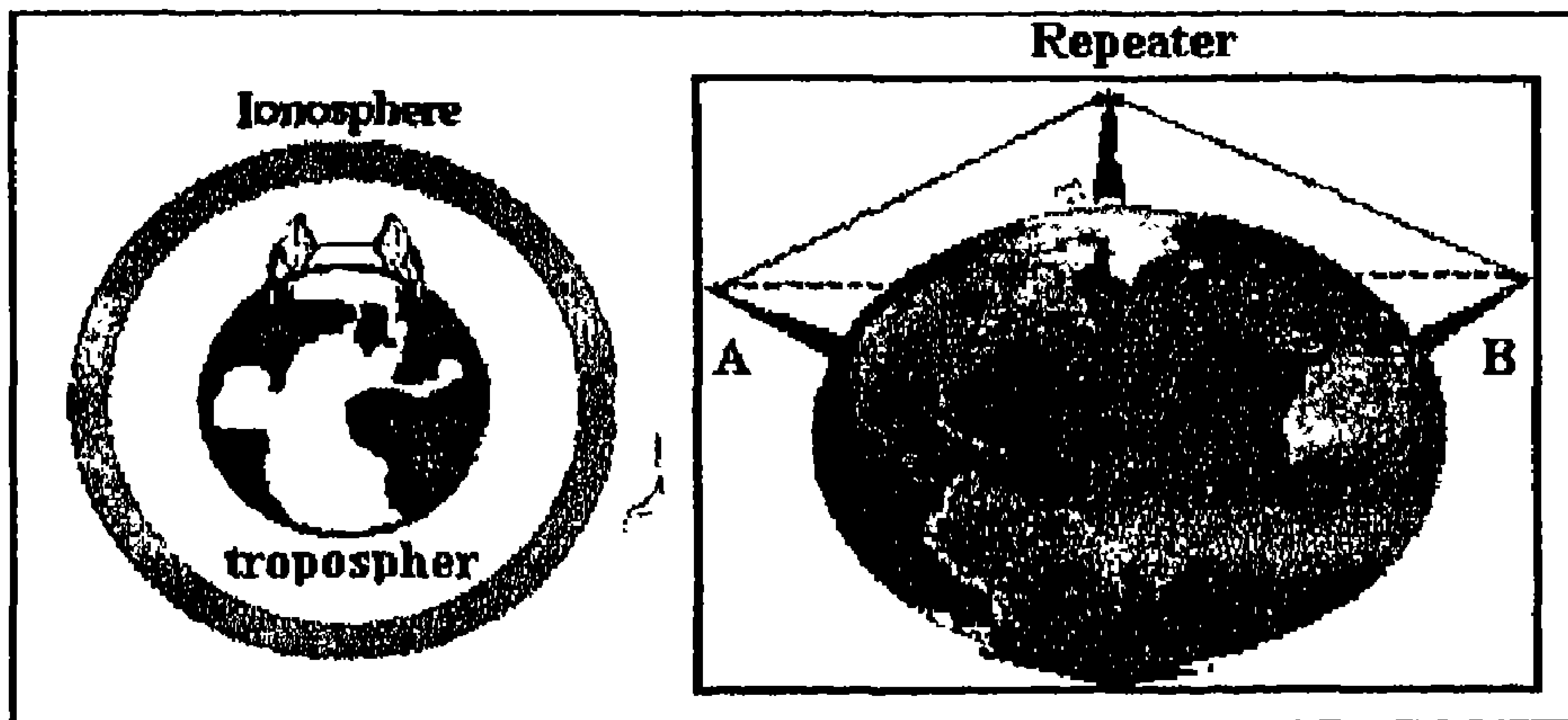
في هذا النوع تنبعث الترددات العالية للموجات في اتجاه طبقة الأيونوسفير حيث تنعكس هناك مرتدة إلى سطح الأرض. هذا النوع تسمح بتغطية واسعة للإشارات مع استخدام قدرات قليلة لموجات الراديو. الشكل رقم 21 يوضح الانتشار خلال طبقة الأيونوسفير



شكل رقم 21 يوضح الانتشار خلال طبقة الأيونوسفير

انتشار خط الرؤية (line-of-sight propagation)

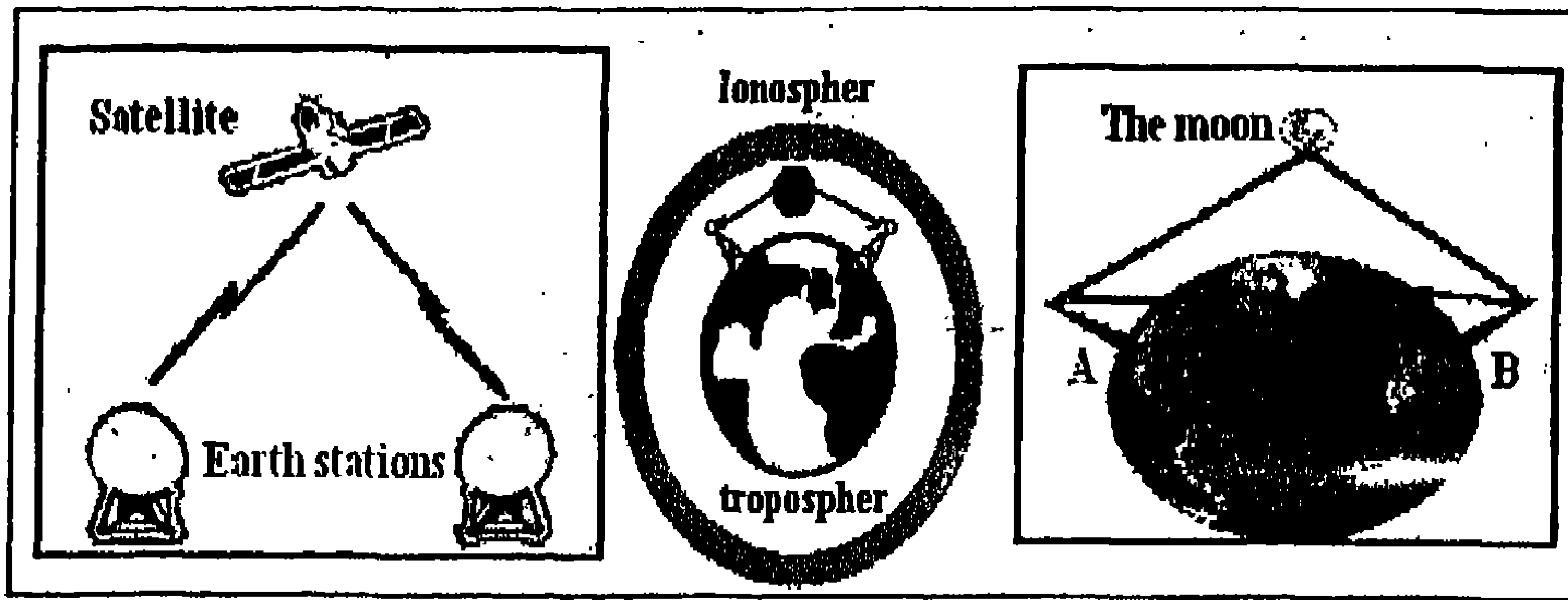
في هذا النوع تنتشر الإشارات في خطوط مستقيمة من هوائي الإرسال إلى هوائي الاستقبال حيث يكون الهوائيان مواجهان لبعضهما البعض. الشكل رقم 22 يوضح انتشار خط الرؤية



شكل 22: انتشار خط الرؤية

الانتشار في الفراغ (space propagation)

هذا النوع يستخدم الأقمار الصناعية بدلا من الانعكاس على طبقات الجو العليا حيث تنتقل الإشارات إلى القمر الصناعي والذي يقوم بدوره بإعادة إرسالها إلى مناطق أخرى. الاتصالات عبر الأقمار الصناعية هي أساسا اتصالات خط الرؤية في وجود قمر صناعي كوسيط بين هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال. الشكل رقم 23 يوضح الانتشار الفراغي



شكل 23: الانتشار الفراغي

النطاق الترددي للاتصالات اللاسلكية

الجدول رقم 4 يوضح النطاقات الترددية وحيز ونوع الانتشار وتطبيقات كل نطاق

3.6) الاتصالات عبر الأقمار الصناعية

SATELLITE COMMUNICATION

تشابه الاتصالات عبر الأقمار الصناعية اتصالات خط الرؤية حيث تكون أحد المحطات هي القمر الصناعي الذي يعمل كهوائي ومعيد للإشارة (repeater). الشكل رقم 24 يوضح عملية الاتصالات عبر الأقمار الصناعية.الجدول رقم 5 يوضح نطاقات الترددات المستخدمة في الاتصالات عبر الأقمار الصناعية

جدول 4 : النطاقات الترددية وحيز ونوع الانتشار وتطبيقات كل نطاق

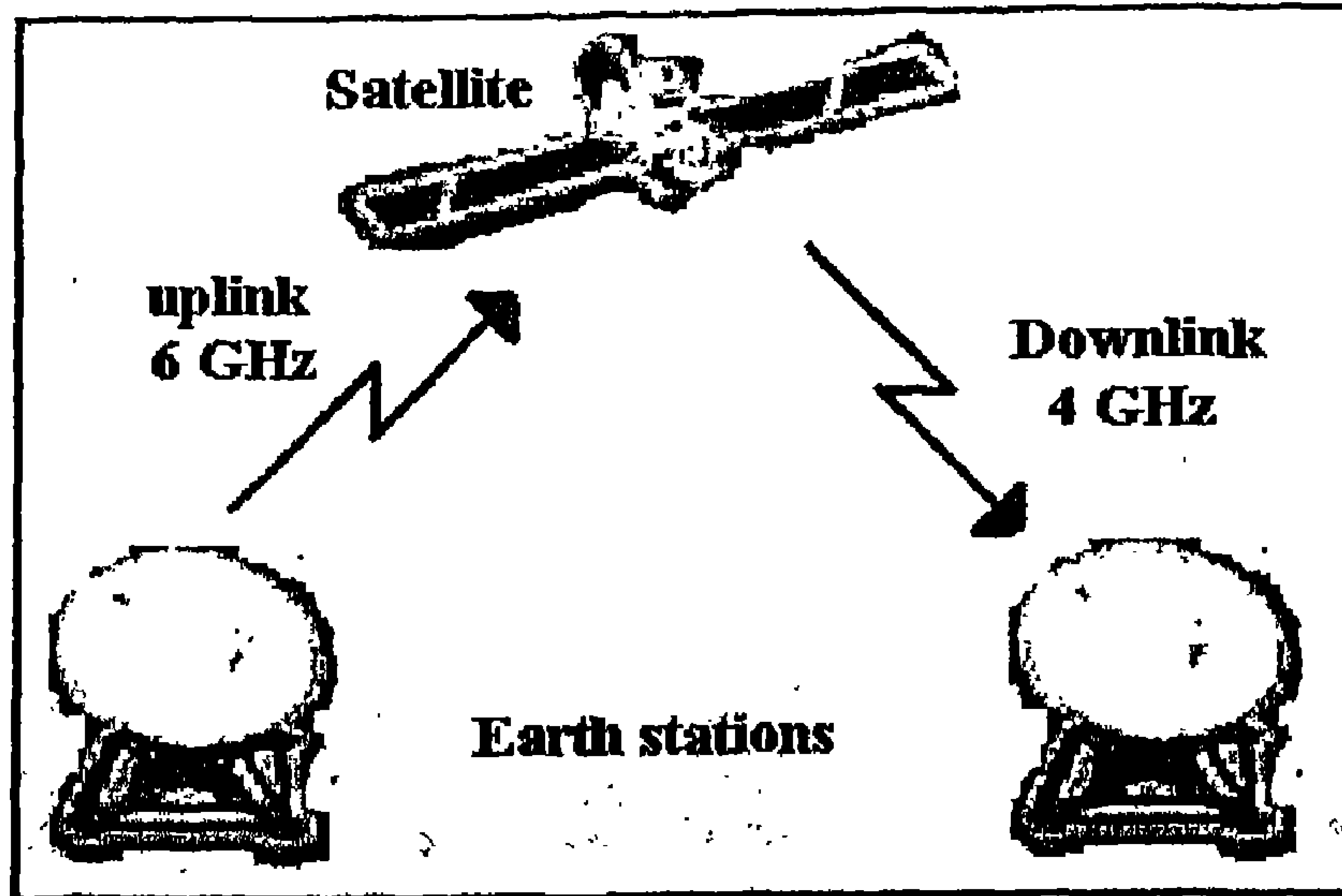
Band	Range	Propagation	Application
VLF	3–30 KHz	Ground	Long-range radio navigation
LF	30–300 KHz	Ground	Radio beacons and navigational locators
MF	300 KHz–3 MHz	Sky	AM radio
HF	3–30 MHz	Sky	Citizens band (CB), ship/aircraft communication
VHF	30–300 MHz	Sky and line-of-sight	VHF TV, FM radio
UHF	300 MHz–3 GHz	Line-of-sight	UHF TV, cellular phones, paging, satellite
SHF	3–30 GHz	Line-of-sight	Satellite communication
EHF	30–300 GHz	Line-of-sight	Long-range radio navigation

جدول 5 : نطاقات الترددات المستخدمة في الاتصالات عبر الأقمار الصناعية

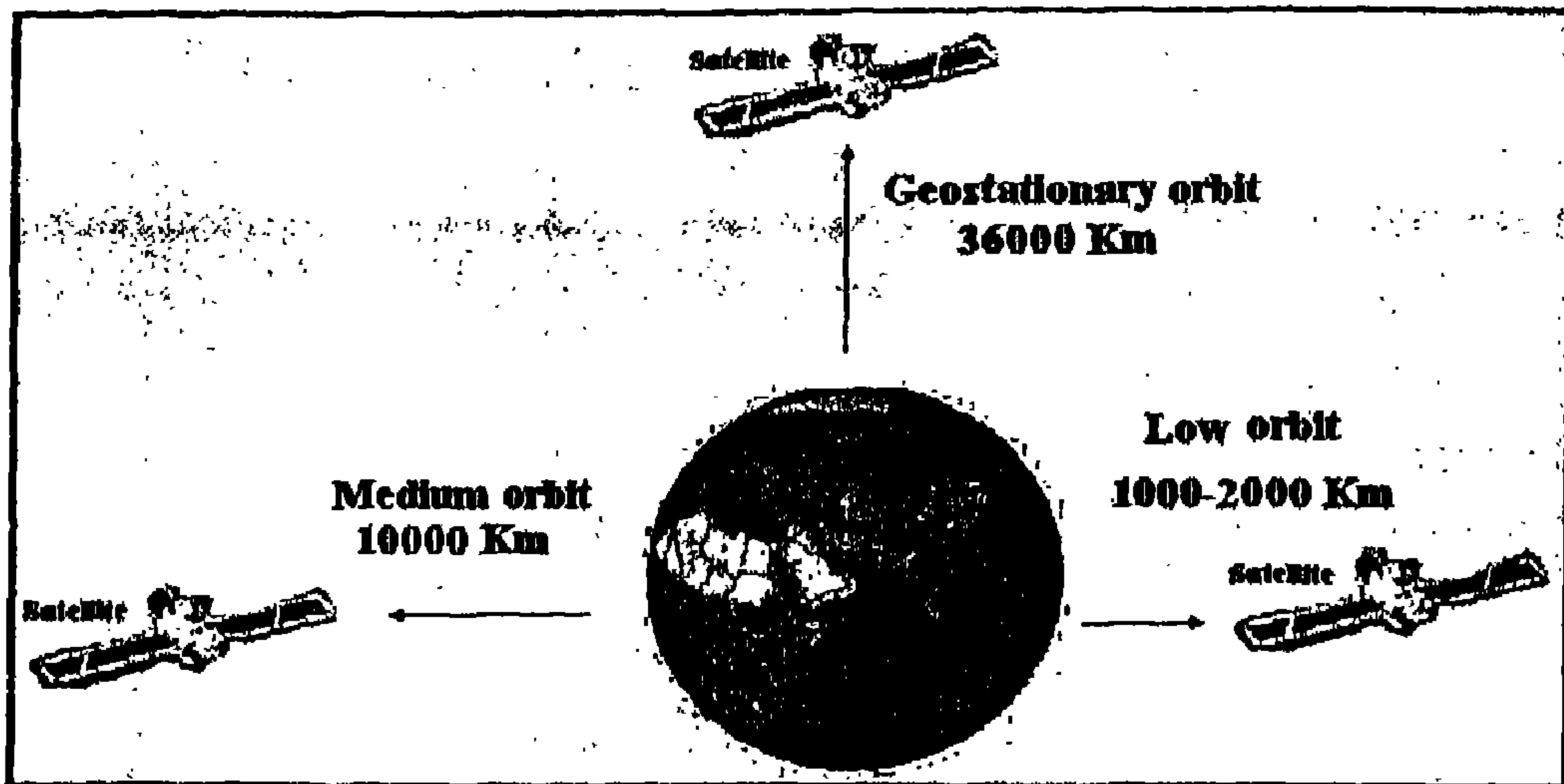
(band) النطاق	Downlink	Uplink
C	3.7 to 4.2 GHz	5.925 to 6.425 GHz
Ku	11.7 to 12.2 GHz	14 to 14.5 GHz
Ka	17.7 to 21 GHz	27.5 to 31 GHz

مدارات الأقمار الصناعية (Satellite orbits)

يوجد ثلاث مدارات أساسية للأقمار الصناعية: Geostationary orbit, medium orbit and low orbit. الشكل رقم 25 يوضح مدارات الأقمار الصناعية ومدى كل مدار



شكل 24 : الاتصالات عبر الأقمار الصناعية



شكل 25 : مدارات الأقمار الصناعية ومدى كل مدار

لماذا نستخدم الأقمار الصناعية في الاتصالات

تستخدم الأقمار الصناعية في الاتصالات وذلك لإمكانية استخدامها في :

1) اتصالات اقتصادية لمسافات طويلة economical long distance communication

2) النشر الإذاعي broadcast capability

3) اتصالات ذات مجالات ترددية واسعة wide band capability

4) تغطية واسعة Broad Coverage

5) التغلب على الفواصل القطرية freedom from natural barriers

EXERCISES

1) أذكر مع التوضيح بالرسم أجزاء الكابلات المحورية (Coaxial cables)

2) أذكر مع التوضيح بالرسم أجزاء كابلات الألياف الضوئية (Optical fiber cables)

3) أختر الإجابة الصحيحة للعبارات التالية

a) يستخدم Coaxial cable مقاومته 75 أوم في

- Television
- Thin Ethernet
- Thick Ethernet
- جميع ما سبق
- لا شئ مما سبق

b) النبضات الضوئية تنتقل خلال

- Optical fiber cables
- Coaxial cables
- Twisted pair cables
- جميع ما سبق
- لا شئ مما سبق

c) Light sources تقوم

- تحويل الإشارات الكهربية إلى إشارات ضوئية
- تحويل الإشارات الضوئية إلى إشارات كهربية
- الاثنين معا
- لا شئ مما سبق

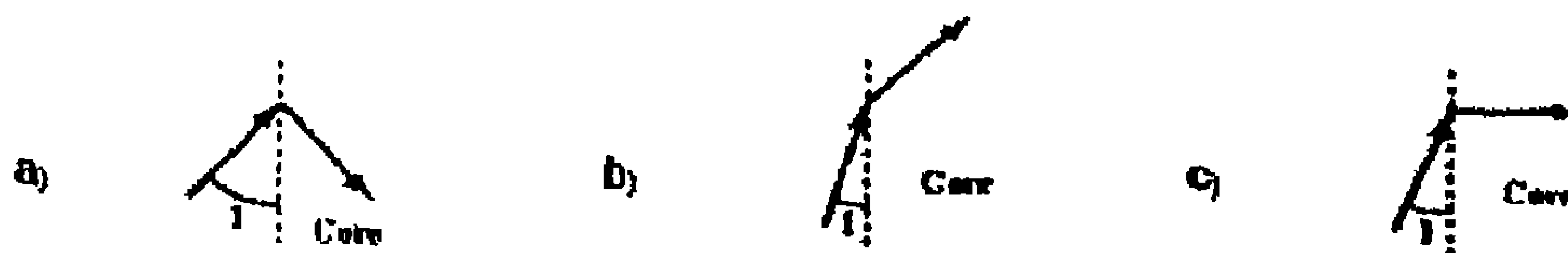
d) optical fiber cables

- تستخدم نبضات ضوئية لنقل المعلومات
- تستخدم نبضات كهربية لنقل المعلومات
- الأثنين معا
- لا شئ مما سبق

e) انحصار الأشعة الضوئية داخل مادة Core يحدد بواسطة

- زاوية سقوط الأشعة بواسطة المصدر
- معامل الانكسار لمادة Cladding
- معامل الانكسار لمادة Core
- لا شئ مما سبق
- جميع ما سبق

f) الشكل التالي يوضح الحالة الحرجة لزاوية السقوط



g) Twisted-pair cables

- تستخدم نبضات ضوئية لنقل المعلومات
- تستخدم نبضات كهربية لنقل المعلومات
- الاثنين معا

- لا شئ مما سبق

h) Microwave links

- تستخدم نبضات ضوئية لنقل المعلومات
- تستخدم نبضات كهربية لنقل المعلومات
- تستخدم موجات كهرومغناطيسية لنقل المعلومات
- جميع ما سبق
- لا شئ مما سبق

i) Radio wave links

- تستخدم نبضات ضوئية لنقل المعلومات
- تستخدم نبضات كهربية لنقل المعلومات
- تستخدم موجات كهرومغناطيسية لنقل المعلومات
- جميع ما سبق
- لا شئ مما سبق

j) القدرة الاستيعابية العالية لنقل المعلومات من أهم مزايا

- Twisted-pair cables
- Coaxial cables
- Optical fiber cables
- جميع ما سبق
- لا شئ مما سبق

k) رخص الثمن من أهم مزايا

- Twisted-pair cables
- Coaxial cables
- Optical fiber cables
- جميع ما سبق

- o لا شئ مما سبق

1) أي من الانتشارات الآتية تستخدم خاصية خط الرؤية
   - o Ground propagation
   - o Sky propagation
   - o Peer-to-peer propagation
   - o جميع ما سبق
   - o لا شئ مما سبق

4) أذكر أسباب توهن (attenuation) الأشعة الضوئية أثناء سريانها خلال كابلات الألياف الضوئية

5) أذكر خصائص كابلات الألياف الضوئية

6) أذكر أهم أسباب استخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات الموجهه

7) صل من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
Radio waves	سعة صغيرة low capacity
Microwave	سعة عالية higher capacity
Satellite	سعة عالية high capacity
microwave	تغطية مساحة كبيرة covers the entire large area
Infrared light	اتصالات لمسافات صغيرة في أماكن مغلقة very short distances
	تستخدم خط الرؤية line-of-sight

8) أذكر أنواع Wire media (Guided media)

9) أذكر أهم أنواع Wireless media (Unguided media)

10) ضع علامة √ أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الخاطئة مع تعديل العبارات الخاطئة

a) تستخدم موجات الراديو في الاتصالات الموزعة
b) تستخدم موجات الميكروويف في الاتصالات الموجهة
c) تستخدم موجات الأشعة تحت الحمراء في الاتصالات الموزعة
d) خاصية خط الرؤية هي أن يرى هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال كل منهما الآخر
e) Omni-directional antenna تستخدم في الانتشار الموجه
f) Unidirectional antenna تستخدم في الانتشار الموزع

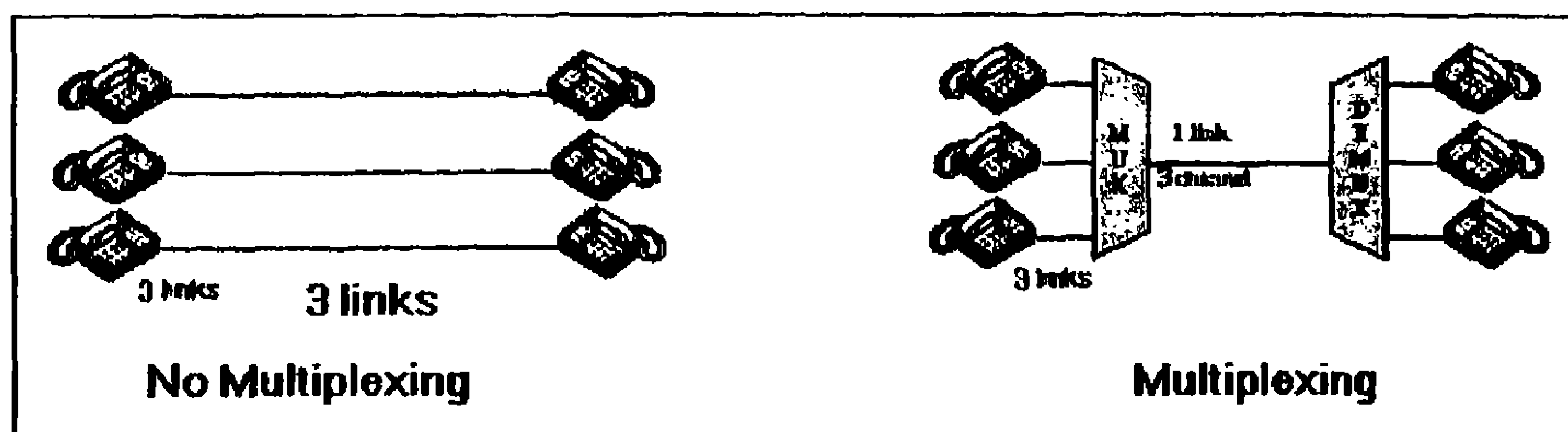
الفصل الرابع
تقنيات المزج
MULTIPLEXING TECHNIQUES

4.1) مقدمة

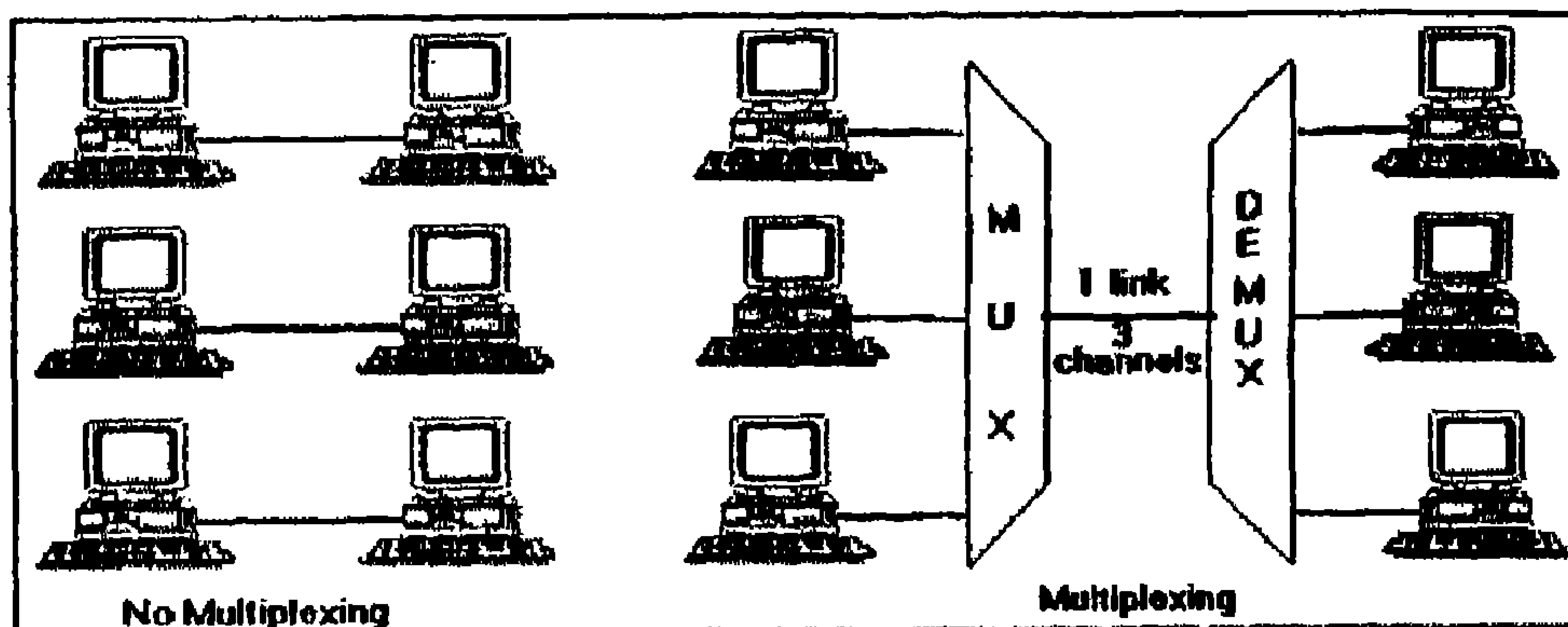
تقنيات المزج (Multiplexing techniques) تستخدم للسماح بإرسال معلومات من أكثر من مصدر (عدة إشارات مختلفة) على خط ربط واحد فقط (قناة واحدة single channel) بدلا من استخدام خط ربط لكل مصدر (عدة قنوات multi-channels) وذلك من خلال تجميع اشارات هذه المصادر لتكوين اشارة مركبة يتم ارسالها على الرابط

تقنيات فك المزج (Demultiplexing techniques) تستخدم في أجهزة فك المزج (Demultiplexer) التي تستقبل الاشارة المركبة ثم تفصل محتوياتها (أجزائها) حسب نوع تقنية المزج للحصول على الاشارات الأصلية ثم توصيلها إلى أجهزة

الاستقبال. تعتبر تقنية فك المزج عملية عكسية لتقنية المزج. تتميز تشكيلة نظام الاتصال باستخدام خط ربط واحد فقط بأنها تكون عالية السرعة وأقل تكلفة (زوج من Multiplexer and Demultiplexer) بدلا من استخدام عدة روابط بمعدل رابط لكل قناة. الشكل رقم 1 يوضح الفرق بين استخدام تقنيات المزج وعدم استخدام تقنيات المزج في حالتي الارسال الرقمي (digital transmission) والارسال المتصل (analog transmission)



a) analog transmission الارسال المتصل



b) digital transmission الاتصال الرقمي

شكل 1: الفرق بين استخدام تقنيات المزج وعدم استخدام تقنيات المزج في حالتي الاتصالات الرقمية (digital transmission) والاتصالات المتصلة (analog transmission)

4.2) أصناف المزج CATEGORIES OF MULTIPLEXING

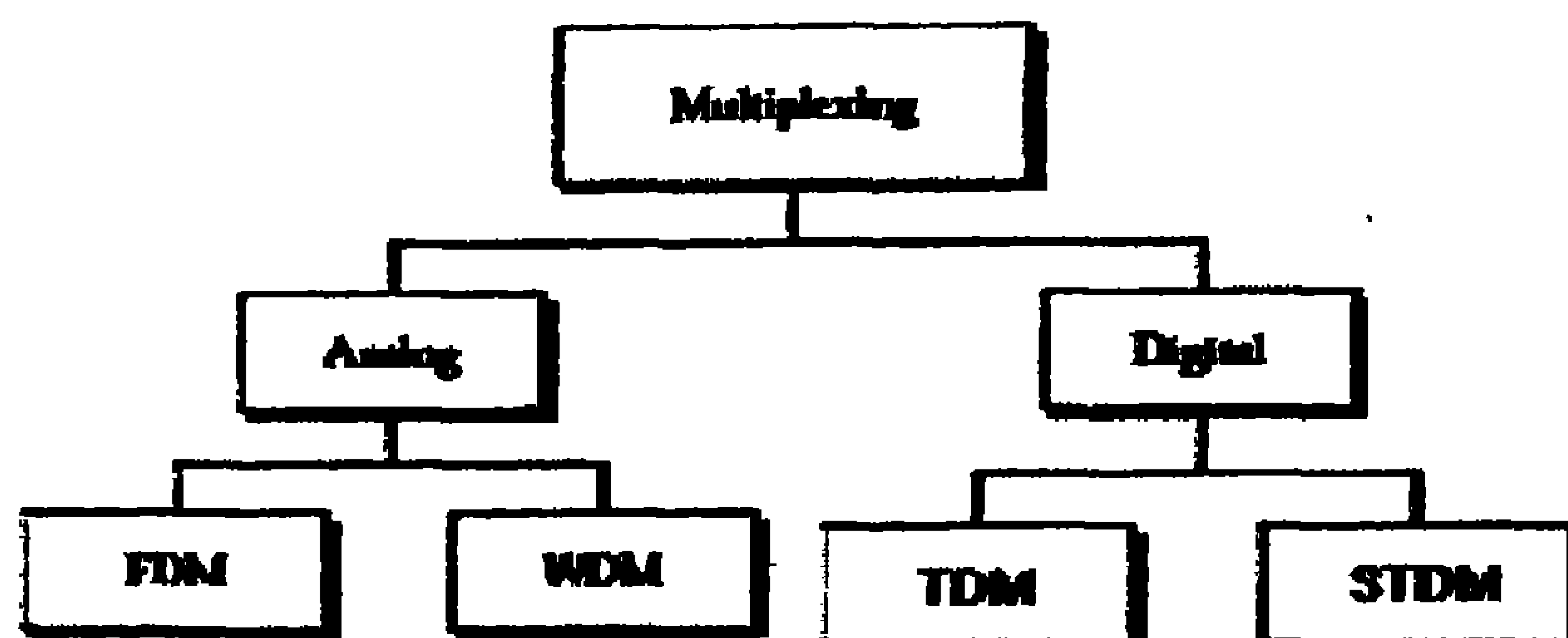
تقسم تقنيات المزج تبعا لنوع الإشارة إلى:

1) **الإشارات المتصلة (Analog signal) : تستخدم**

- تقنية المزج الترددي (Frequency Division Multiplexing-FDM)
- تقنية المزج الموجي (Wave Division Multiplexing-WDM)

2) الإشارات الرقمية (Digital Transmission): تستخدم

- تقنيه المزج الزمني (Time Division Multiplexing-TDM)
- تقنية المزج الزمني الإحصائي (Statistical Time Division Multiplexing-STDM)



في هذا الفصل سيتم دراسة تقنيتان فقط هما

- تقنية المزج الترددي (FDM) حيث أن الإشارات المتصلة (analog signals) سيتم فصلها باستخدام عدة موجات حاملة مختلفة التردد (تردد لكل إشارة)
- تقنية المزج الزمني (TDM) حيث أن الإشارات الرقمية (digital signals) سيتم فصلها باستخدام الشقوق الزمنية (slots)

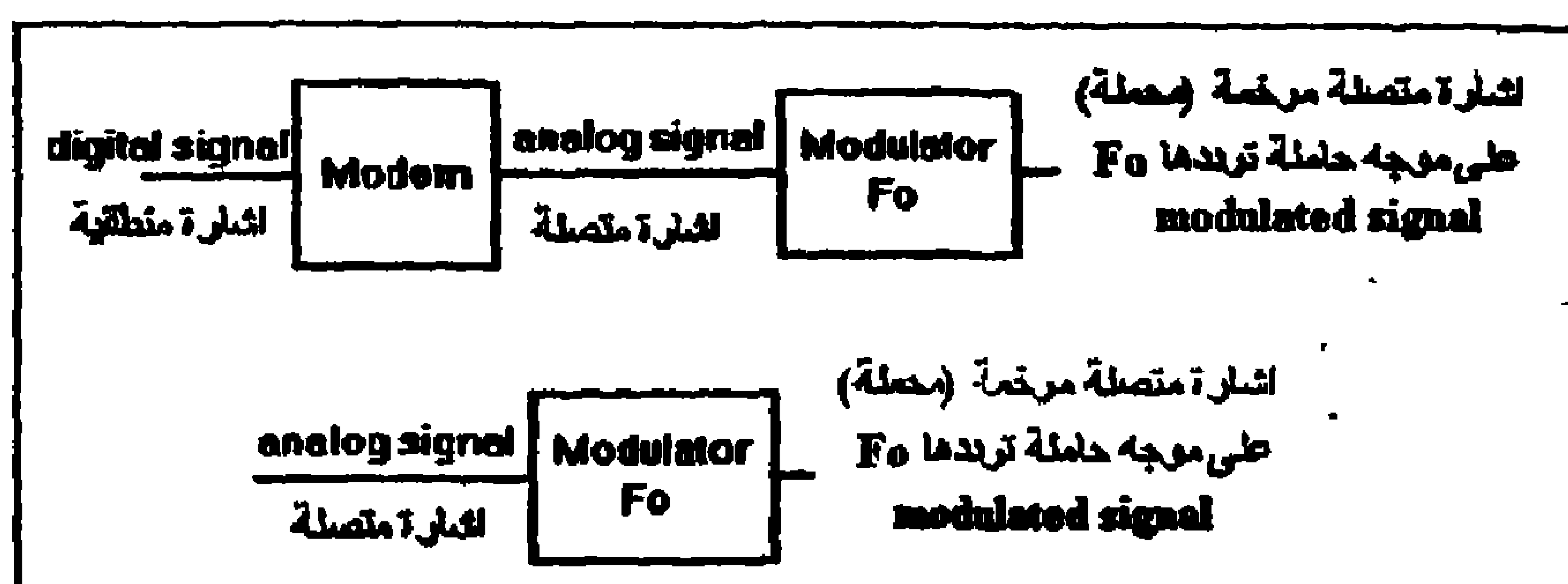
4.3) تقنية المزج الترددي

REQUENCY DIVISION MULTIPLEXING (FDM) TECHNIQUE

تستخدم تقنية المزج الترددي (FDM) لمزج الإشارات المتصلة (analog signals) عندما يكون المدى الترددي لقناة الإرسال (bandwidth of the transmission medium) يزيد عن مجموع المدى الترددي للإشارات المراد إرسالها.

تقنية FDM هي تقنية مزج أشارات متصلة حيث يتم مزج عدة إشارات على رابط واحد بحيث أن كل إشارة يراد إرسالها تحمل على موجه حاملة (carrier signal) لها تردد

معين. إذا كانت الإشارة رقمية (digital signal) فيجب تحويلها إلى إشارة متصلة (analog signal) باستخدام Modem . في كلتا الحالتين (الإشارة متصلة أو رقمية وتم تحويلها إلى إشارة متصلة باستخدام Modem) يتم تحميل كل إشارة على موجه حاملة لها تردد معين (carrier signal with frequency F_0). تسمى الإشارة المتصلة الأصلية باسم modulating signal وتسمى بعد تحميلها على الموجه الحاملة (carrier wave) باسم modulated signal. الشكل رقم 2 يوضح عملية تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة متصلة باستخدام modem ثم تحميلها على موجه حاملة ترددها F_0 باستخدام modulator للحصول على modulated signal



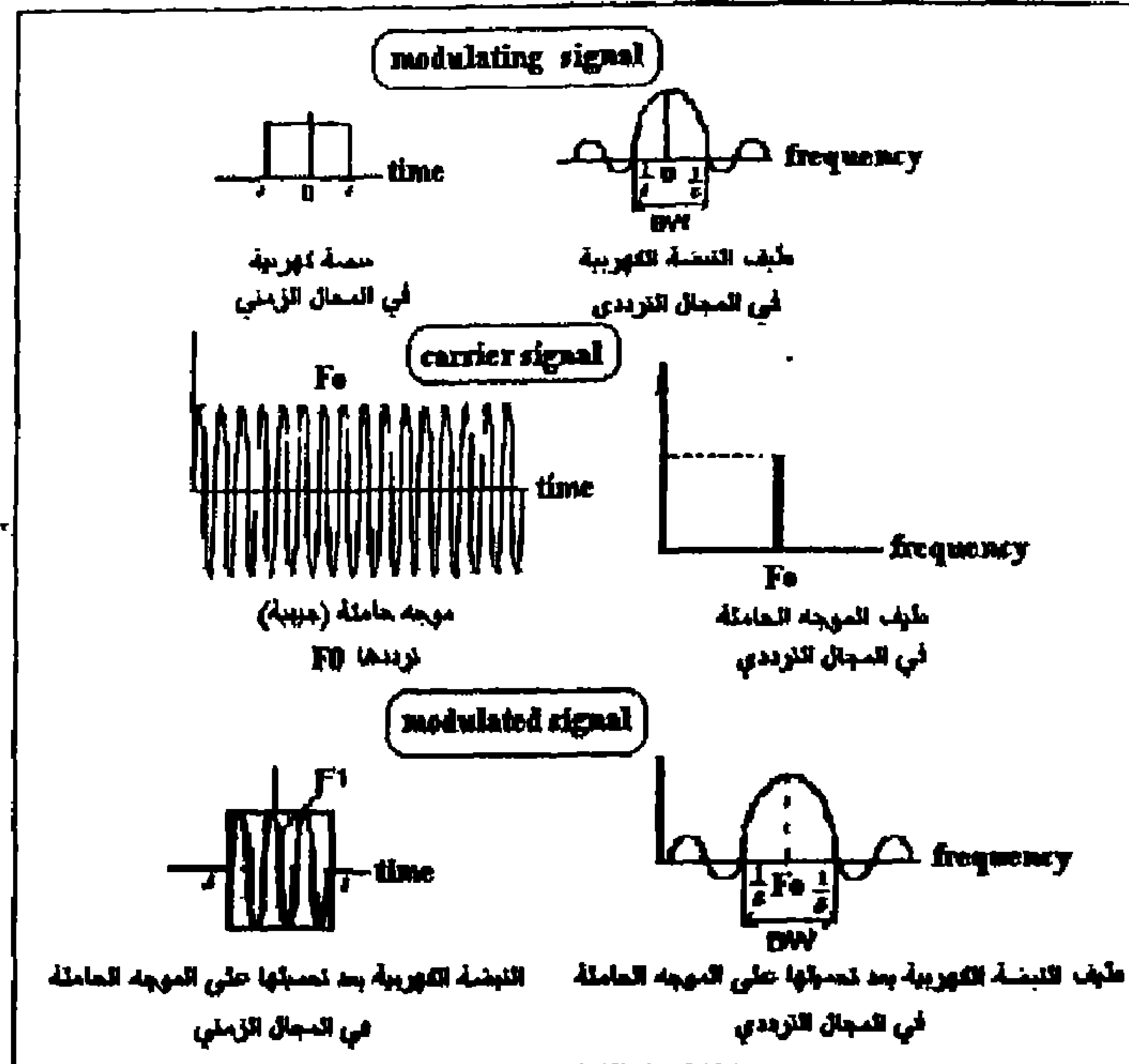
شكل 2 : عملية تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة متصلة باستخدام modem ثم تحميلها على موجه حاملة ترددها F_0 باستخدام modulator للحصول على modulated signal

4.3.1) المجال الزمني والمجال الترددي للإشارات الرقمية والإشارات الرقمية المحملة على موجة حاملة

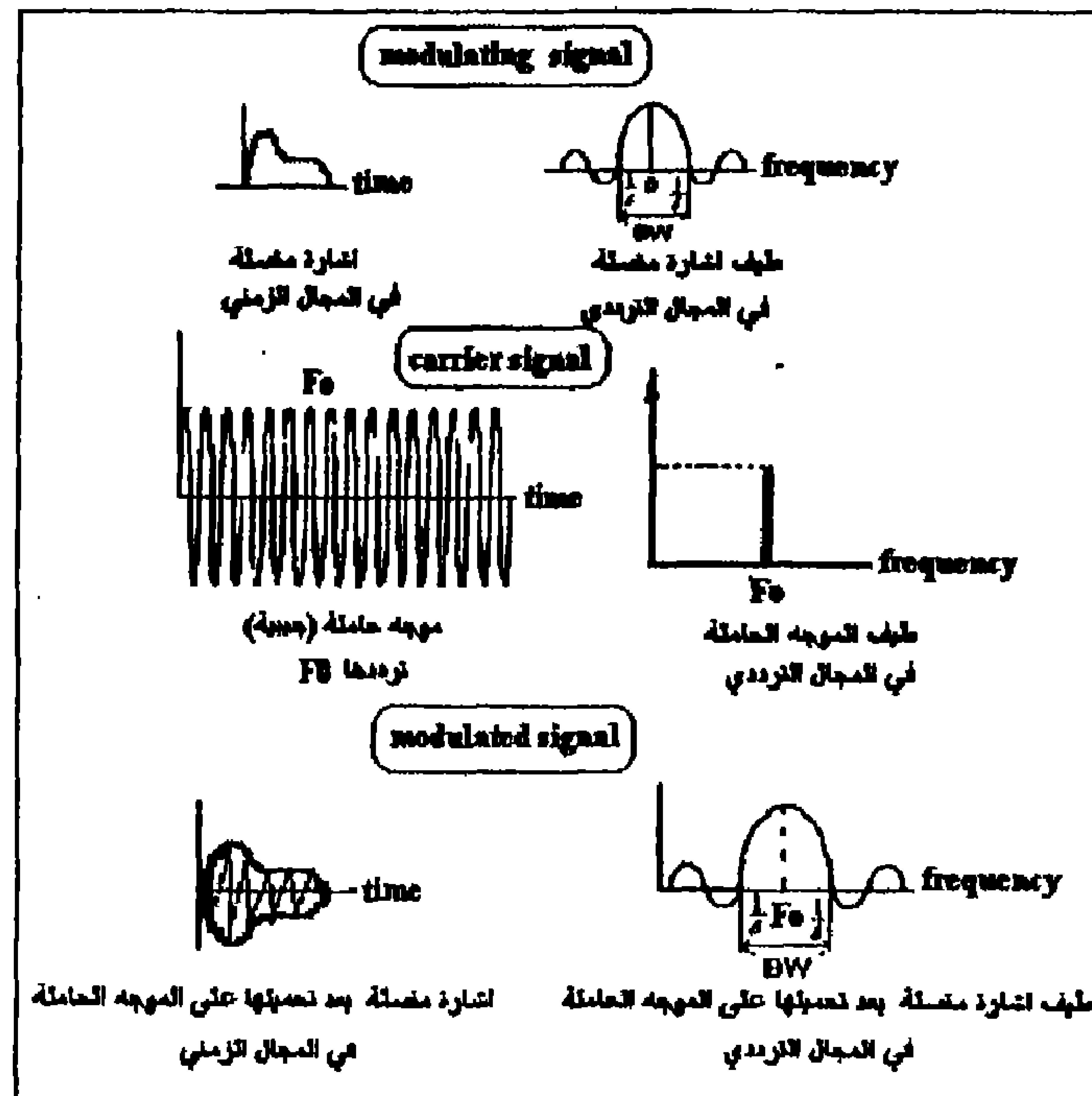
Time domain and frequency domain for digital and modulated digital signals

في الجزء التالي سنوضح كيف أن تحميل الإشارة المتصلة (analog signal) على موجة الحاملة (carrier signal) ترددها F_0 يزيح طيف الإشارة في المجال الترددي إلى التردد F_0.

الشكل رقم 3 يوضح تمثيل الإشارة الرقمية في النطاق الترددي (frequency domain) والنطاق الزمني (time domain) قبل وبعد تحميلها على الموجه الحاملة. الشكل رقم 4 يوضح تمثيل الإشارة المتصلة في النطاق الترددي (frequency domain) والنطاق الزمني (time domain) قبل وبعد تحميلها على الموجه الحاملة



شكل 3: تمثيل الإشارة الرقمية في النطاق الترددي (frequency domain) والنطاق الزمني (time domain) قبل وبعد تحميلها على الموجه الحاملة



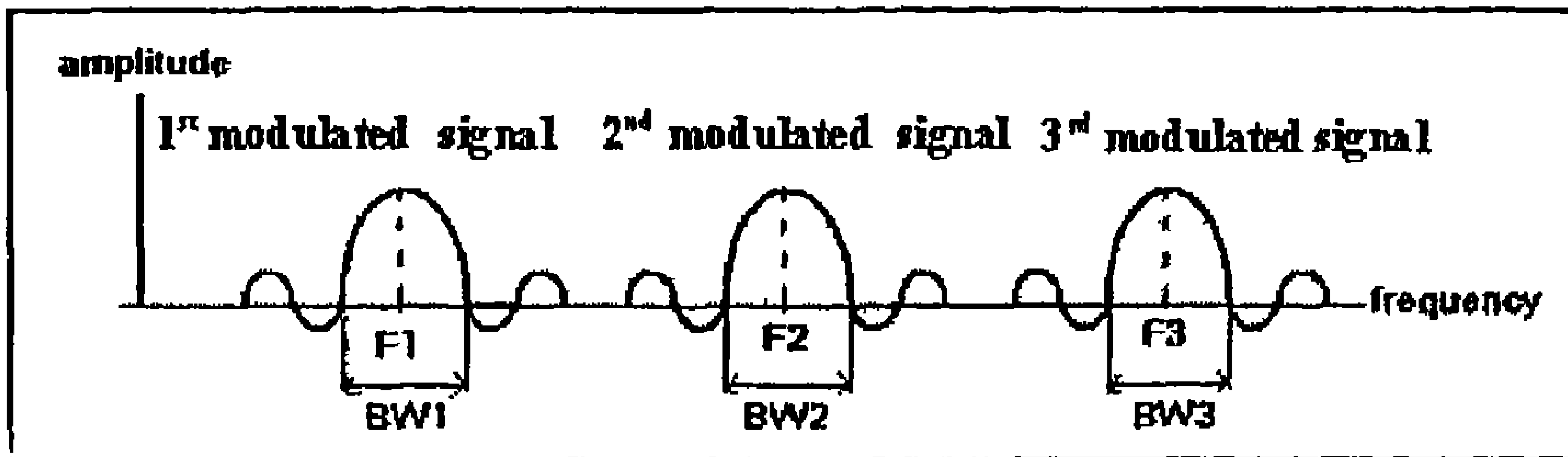
شكل 4: تمثيل الإشارة المتصلة في النطاق الترددي (frequency domain) والنطاق الزمني (time domain) قبل وبعد تحميلها على الموجه الحاملة

من الشكلين رقم 3 and 4 يتضح أن تحميل الإشارة (سواء كانت إشارة رقمية أو متصلة) على موجه حاملة يؤدي إلى إزاحة طيف الإشارة إلى موضع تردد الموجه الحاملة

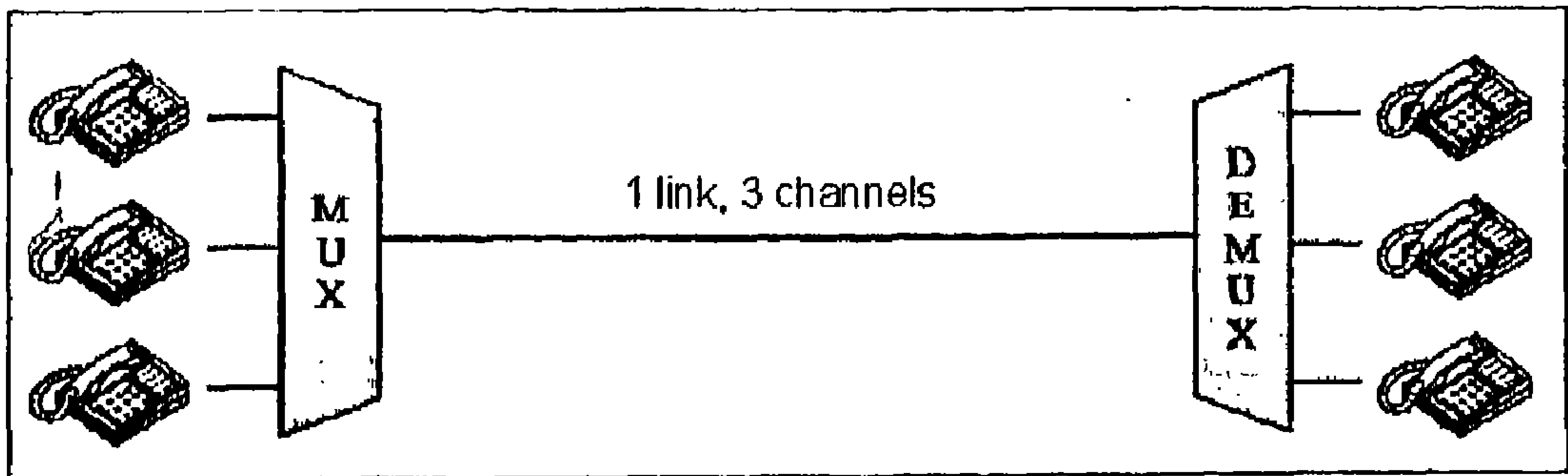
4.3.2) المجال الترددي للإشارة المركبة

Frequency domain for composite modulated signal

الشكل رقم 5 يوضح طيف إشارة مركبة تحتوي على ثلاث إشارات صوتيه تم تحميلهم على ثلاث موجات حاملة مختلفة التردد (تردداتها F_1, F_2, and F_3). من الشكل رقم 5 يتبين أن تحميل الإشارات على موجات حاملة مختلفة التردد يؤدي إلى فصل هذه الإشارات في النطاق الترددي وبالتالي لن يحدث تداخل والذي يؤدي بدوره إلى إمكانية مزج هذه الإشارات بعد تحميلها على موجات حاملة وإرسالها على رابط واحد فقط (شكل رقم 6) بدلا من استخدام رابط لكل إشارة.



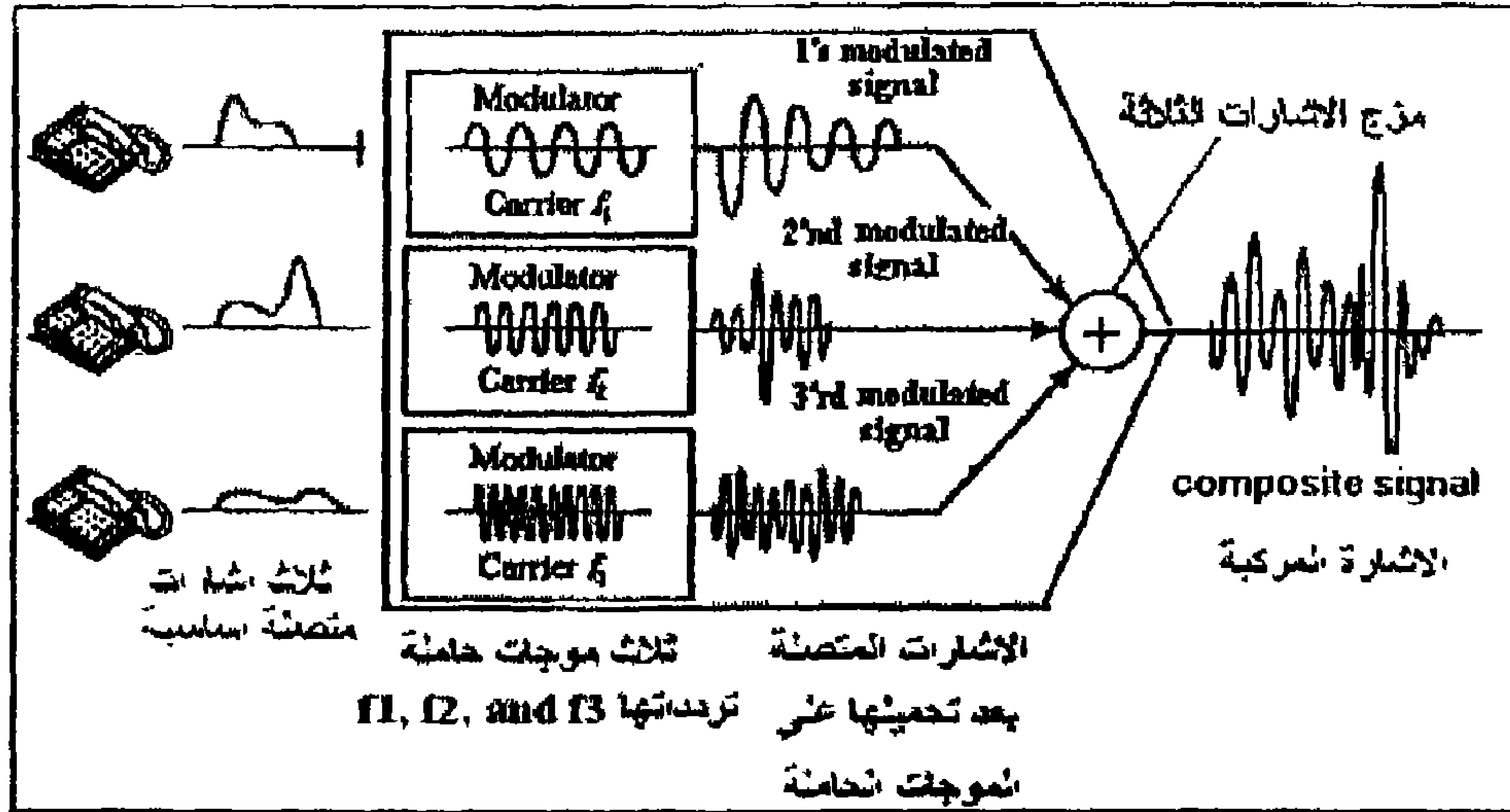
شكل 5: طيف إشارة مركبة تحتوي على ثلاث إشارات تم تحميلهم على ثلاث موجات حاملة مختلفة التردد (تردداتها F_1، F_2, and F_3)



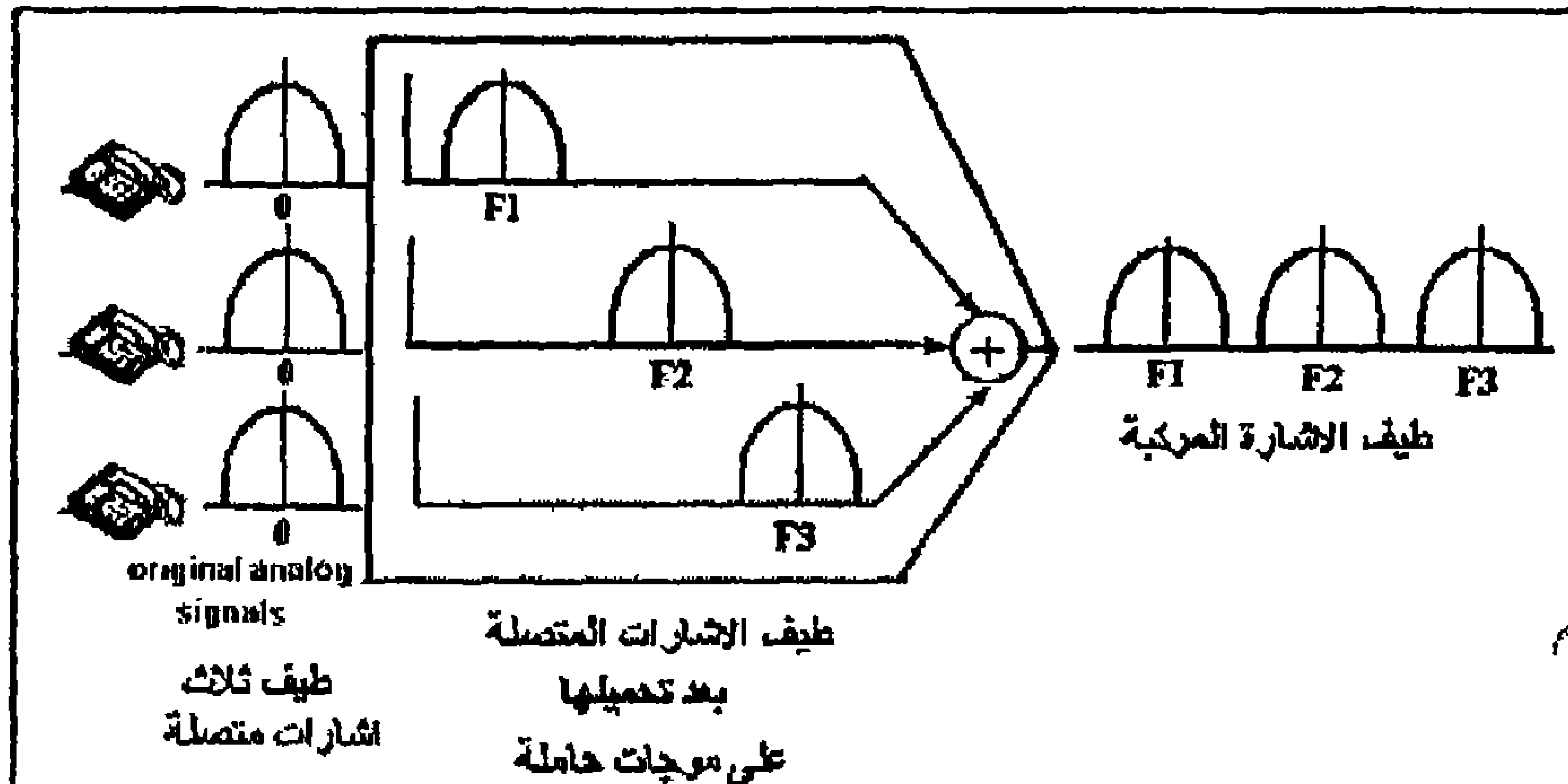
شكل 6: مزج ثلاث إشارات صوتية وإرسالها على رابط واحد

الشكل رقم 7 يوضح عملية المزج في النطاق الزمني. الشكل رقم 8 يوضح عملية المزج في النطاق الترددي.

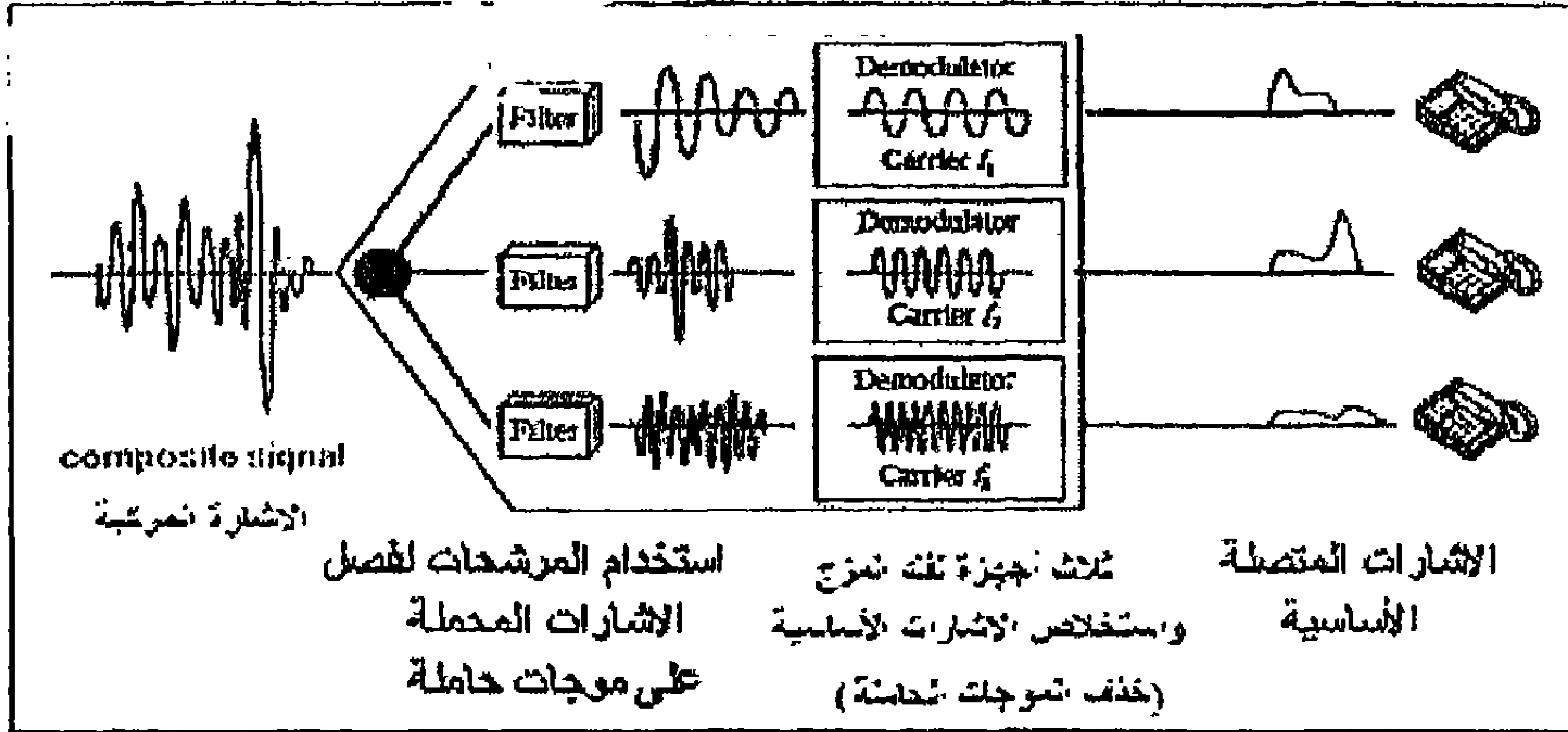
الشكل رقم 9 يوضح عملية فك المزج (demultiplexing) في النطاق الزمني. الشكل رقم 10 يوضح عملية فك المزج في النطاق الترددي



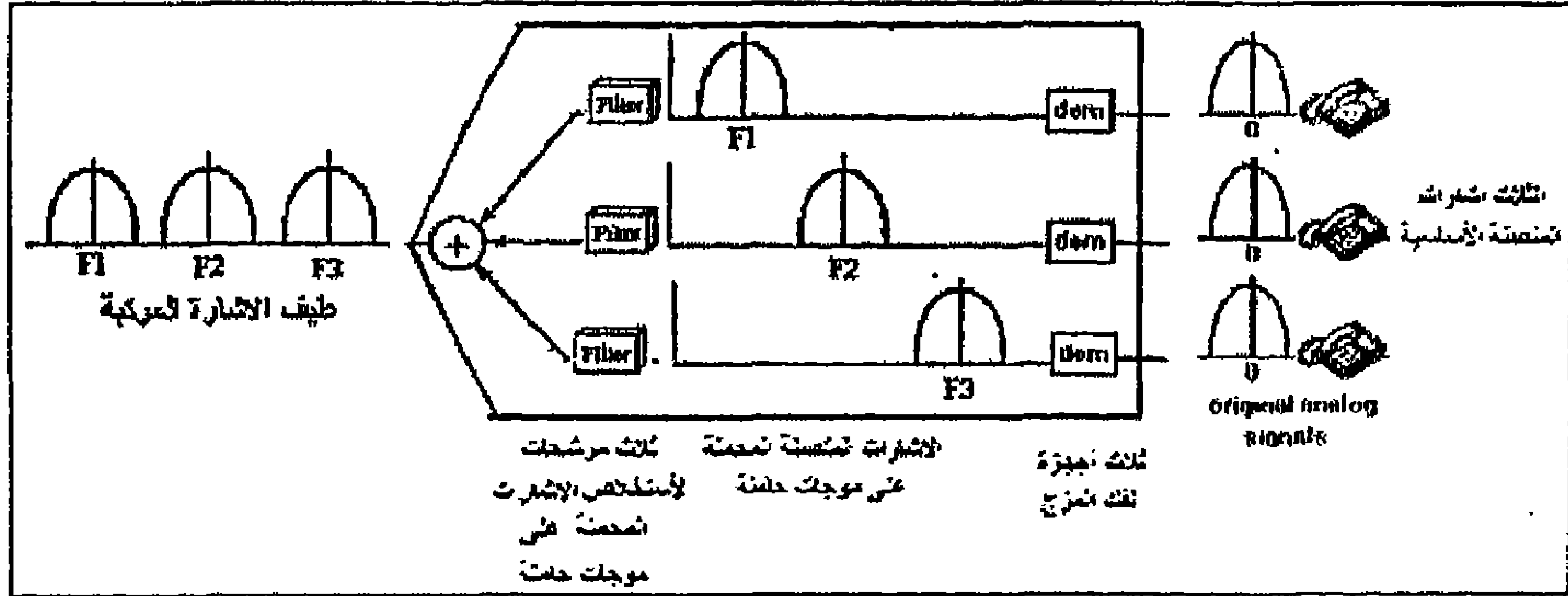
شكل 7 : عملية المزج في النطاق الزمني



شكل 8 : عملية المزج في النطاق الترددي



شكل 9 : عملية فك المزج في النطاق الزمني



شكل 10 : عملية فك المزج في النطاق الترددي

من الإشكال السابقة يتبين التالي

1) في الإرسال :

- الإشارات المتصلة الأصلية (original analog signals) يتم تحميل كل منها على موجه حاملة باستخدام three modulators وذلك للحصول على ثلاث موجات محملة (three modulated signals)
- الثلاث إشارات المحملة يتم مزجها للحصول على الموجة المركبة (composite signal) وإرسالها على الرابط (وسط الإرسال)

2) في الاستقبال :

- فصل كل إشارة محملة (modulated signal) من الإشارة المركبة (composite signal) وذلك باستخدام ثلاث مرشحات (three filters)
- الإشارات المتصلة الأصلية (original analog signal) يتم الحصول عليه من خلال حذف الموجات الحاملة (carrier signals) من الموجات المحملة (modulated signals) وذلك باستخدام three demodulators (عملية فك المزج)

للقضاء على احتمالية حدوث التداخل يتم إدراج مناطق في الحيز الترددي تكون خالية من الإشارة تسمى مناطق فصل ترددي

مثال1 :

تم مزج عدة قنوات (إشارات) صوتية (تشغل كل منها مدى ترددي 4 KHz) باستخدام تقنية المزج الترددي.(FDM) إذا علمت أن المدى الترددي (B_S) للإشارة المركبة يساوي 48 KHz (60 to 108) . أحسب عدد القنوات (الإشارات) الصوتية وتردد الموجه الحاملة لكل قناة (إشارة) صوتية

الحل:

عدد القنوات (الإشارات) الصوتية = المدى الترددي للإشارة المركبة / المدى الترددي لقناة (إشارة) الصوت

$$Number\ of\ voice\ channels = \frac{bandwidth\ of\ the\ composite\ signal}{bandwidth\ of\ the\ voice\ channel}$$

$$= \frac{48}{4} = 12\ \ channels$$

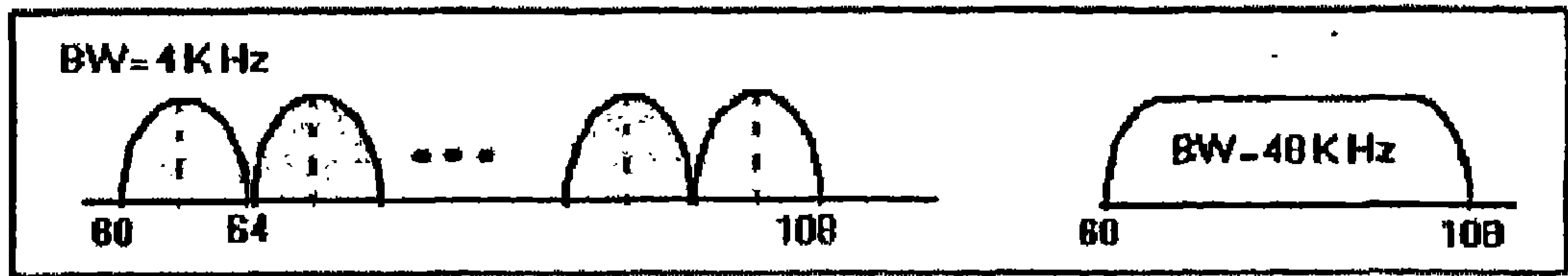
إذا كان بداية النطاق الترددي عند 60 KHz وعرض القناة (الإشارة) الصوتية الواحدة 4KH فيكون تردد الموجه الحاملة لأول قناة (إشارة) صوتية هو 62 KHz ثم يضاف إليها 4 KHz لحساب ترددات الموجات الحاملة للقنوات (للإشارات) الصوتية الأخرى

تردد الموجه الحاملة للقناة (للإشارة) الصوتية الأولى = 62 KHz

تردد الموجه الحاملة للقناة (للإشارة) الصوتية الثانية = 66 KHz

تردد الموجه الحاملة للقناة(للإشارة) الصوتية الثالثة = 70 KHz

تردد الموجه الحاملة للقناة (للإشارة) الصوتية الأخيرة = 106 KHz



مثال2 :

اشرح كيف يتم مزج 4 أشارات كل واحدة لها مدى ترددي يساوي 2000 Hz باستخدام تقنية المزج الترددي في الحالات التالية

1) عدم وجود مناطق فصل ترددي

2) وجود مناطق فصل ترددي تساوي 500 Hz

احسب المدى الترددي للإشارة المركبة في الحالات السابقة

الحل:

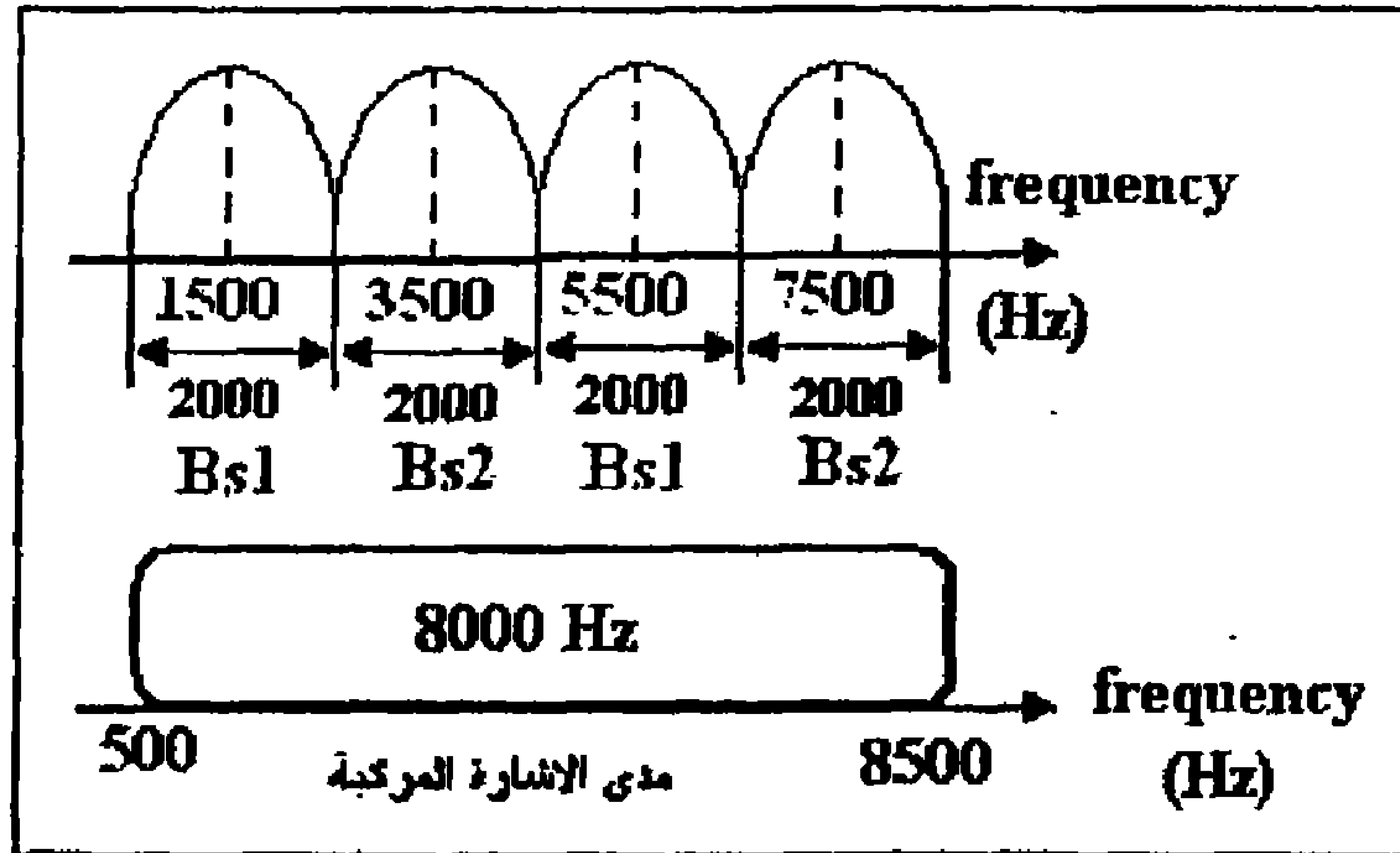
1) عدم وجود مناطق فصل ترددي

يتم إدخال الإشارات الأربعة على modulators حيث يتم تحميل كل إشارة على موجة حاملة كالتالي

- بفرض أن الإشارة الأولى يتم تحميلها على موجة حامله ترددها يساوي F1= 1500 Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (500-2500 Hz)

- الإشارة الثانية يتم تحميلها على موجة حامله ترددها يساوي F2=3500 Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (2500-4500 Hz)
- الإشارة الثالثة يتم تحميلها على موجة حامله ترددها يساويF3 = 5500 Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (4500-6500 Hz) :
- الإشارة الرابعة يتم تحميلها على موجة حامله ترددها يساوي F4 = 7500 Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (6500-8500 Hz)

المدى الترددي للإشارة المركبة = عدد الإشارات * المدى الترددي لكل إشارة = 4 * 8000 Hz =2000



2) وجود مناطق فصل ترددي

لمنع التداخل يتم فصل الإشارات بواسطة منطقة فصل في نطاق الطيف المستخدم تساوي 500 Hz

يتم إدخال الإشارات الأربعة على modulators حيث يتم تحميل كل إشارة على موجة حاملة كالتالي

- بفرض أن الإشارة الأولى يتم تحميلها على موجة حامله ترددها يساوي F1= 1500 Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (500-2500 Hz)

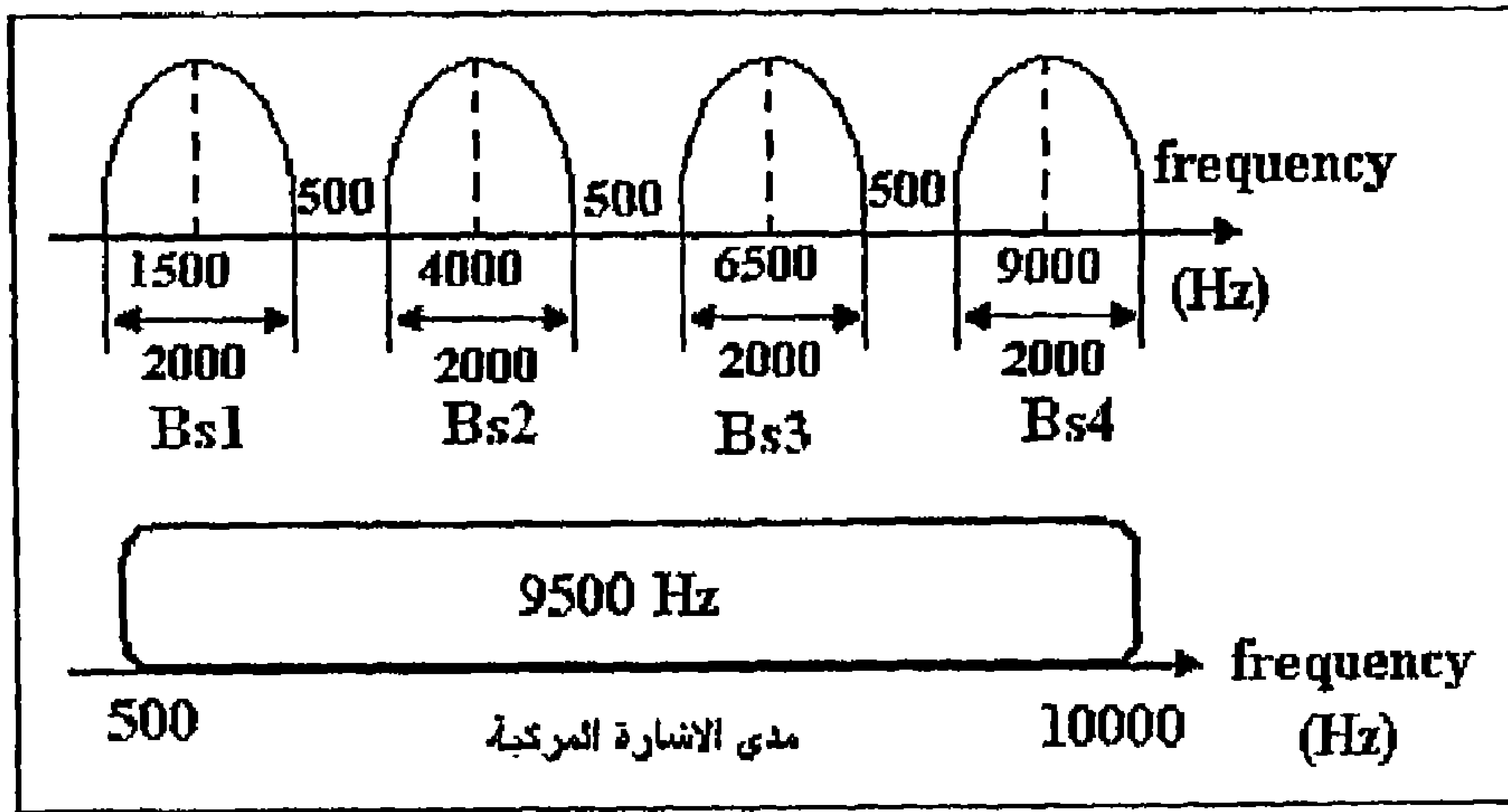
- الإشارة الثانية يتم تحميلها على موجة حامله ترددها يساوي F2=4000 Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (3000-5000 Hz)
- الإشارة الثالثة يتم تحميلها على موجة حامله ترددها يساوي F3 = 6500 Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (5500-7500 Hz) :
- الإشارة الرابعة يتم تحميلها على موجة حامله ترددها يساوي F4 = 9000 Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (8000-10000 Hz)

المدى الترددي للإشارة المركبة= (عدد الإشارات * المدى الترددي لكل إشارة) + (عدد مناطق الفصل الترددي* المدى الترددي لمنطقة الفصل الترددي) =

500*3+2000*4=9500 Hz

ملحوظة

عدد مناطق الفصل الترددي = عدد الإشارات - 1



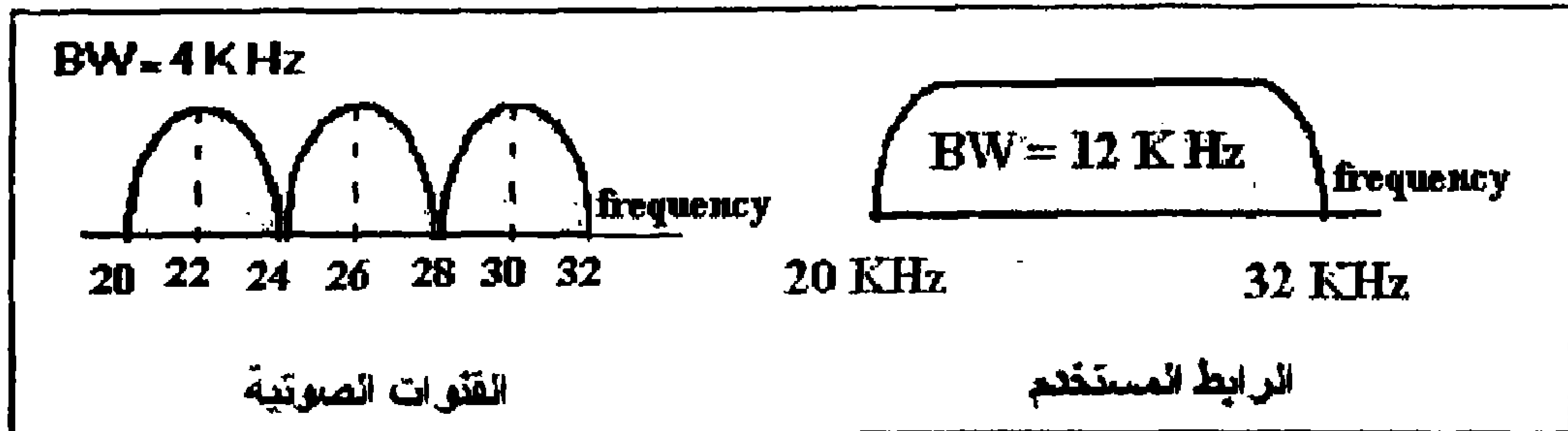
مثال3 :

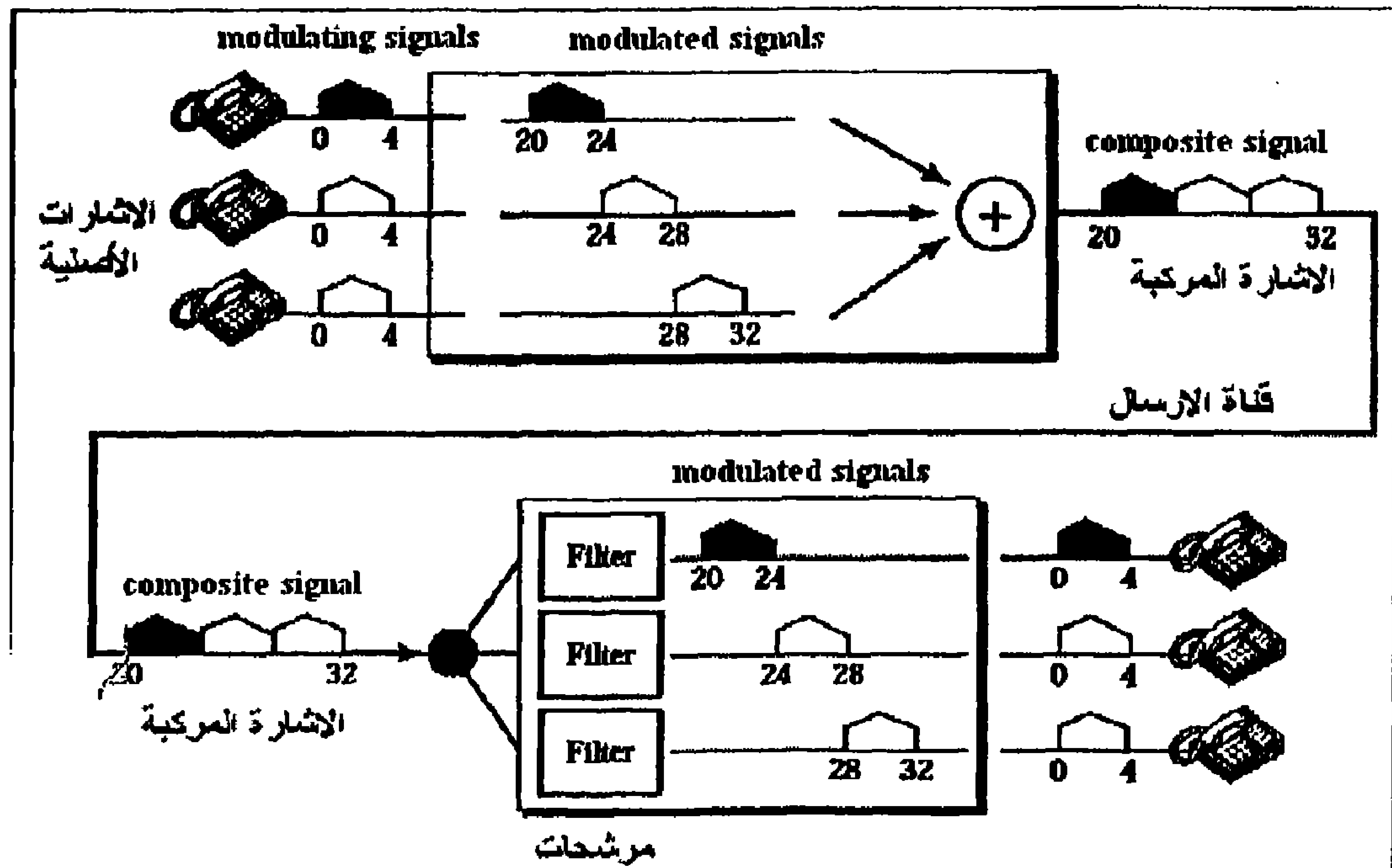
بفرض أن القناة (الإشارة) الصوتية تشغل مدى ترددي يساوي 4K Hz. ونحتاج إلى مزج 3 قنوات (إشارات) صوتية على رابط واحد له مدى ترددي يساوي 12 KHz (from 20 KHz to 32 KHz). أوجد ترددات الموجات الحاملة مع التركيب المناسب لمزج هذه الإشارات بدون استخدام مناطق فصل ترددي

الحل:

إذا كان بداية النطاق الترددي للرابط هو 20 KHz وعرض القناة (الإشارة) الصوتية الواحدة 4KH فيكون تردد الموجه الحاملة لأول قناة (إشارة) صوتية هو 22 KHz ثم يضاف إليها 4 KHz لحساب ترددات الموجات الحاملة للقنوات الصوتية الأخرى

- تردد الموجه الحاملة للقناة (الإشارة) الصوتية الأولى = 22 KHz
- تردد الموجه الحاملة للقناة (الإشارة) الصوتية الثانية = 26 KHz
- تردد الموجه الحاملة للقناة (الإشارة) الصوتية الثالثة = 30 KHz





مثال4 :

خمس قنوات (إشارات) لكل قناة (إشارة) مدى ترددي يساوي 100 KHz يتم مزجهم باستخدام تقنية المزج الترددي. أحسب أقل مدى ترددي للرابط المستخدم مع اعتبار وجود مناطق فصل ترددي مداه 10 KHz بين كل قناة (إشارة) وأخري . إذا تم تحميل الإشارة الأولى على موجه حاملة ترددها 200 KHz . احسب تردد الموجة الحاملة لباقي القنوات (الإشارات)

الحل:

الخمس قنوات/إشارات (المدى الترددي لكل منها = 100KHz) تحتاج لأربعة فراغات (المدى الترددي لكل فراغ = 10KHz)

إجمالي النطاق الترددي للخمس قنوات (إشارات) بالإضافة إلى أربعة فراغات (المدى الترددي للإشارة المركبة) يساوي = 10 x 4 + 100 x 5 = 540 KHz

أقل مدى ترددي للرابط المستخدم (قناة الإرسال) = 540 KHz

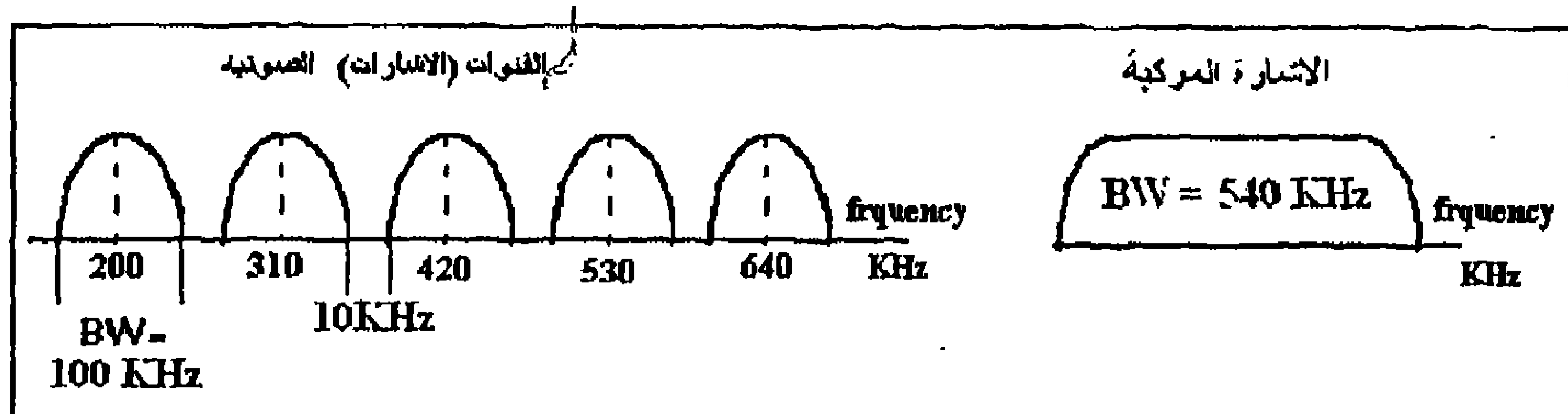
حيث أن تردد الموجة الحاملة للإشارة الأولى = 200 KHz ومدى كل إشارة (قناة صوتية) يساوي 100 KHz ومدي منطقة الفصل الترددي تساوي 10 KHz فانه لحساب تردد الموجة الحاملة للإشارات (القنوات) يتم إضافة 110 KHz لتردد الموجة الحاملة للإشارة (القناة) السابقة لها

تردد الموجه الحاملة للإشارة الثانية = 310 KHz

تردد الموجه الحاملة للإشارة الثالثة = 420 KHz

تردد الموجه الحاملة للإشارة الرابعة = 530 KHz

تردد الموجه الحاملة للإشارة الخامسة = 640 KHz



مثال5 :

نظام التليفون الجوال الحديث يستخدم حيزان أحدهما في الإرسال والآخر في الاستقبال

الحيز الأول (في الإرسال): من 824 MHz إلى 849 MHz

الحيز الثاني (في الاستقبال): من 869 MHz إلى 894 MHz

كل مستخدم له مدى ترددي مقداره 30 KHz في كل اتجاه. أحسب عدد المستخدمين للتليفون الخلوي في نفس الوقت

الحل:

كل حيز له مدى ترددي = 25 M Hz وحيث أن كل مستخدم له مدى ترددي = 30 KHz فيكون عدد المستخدمين في نفس الوقت يساوي خارج قسمة المدى لحيز الإرسال أو الاستقبال على المدى الترددي لكل مستخدم في الإرسال أو الاستقبال

عدد المستخدمين للتليفون الخلوي في نفس الوقت $= \frac{25*10^6}{30*10^3} = 833.3 = 833$ مشترك

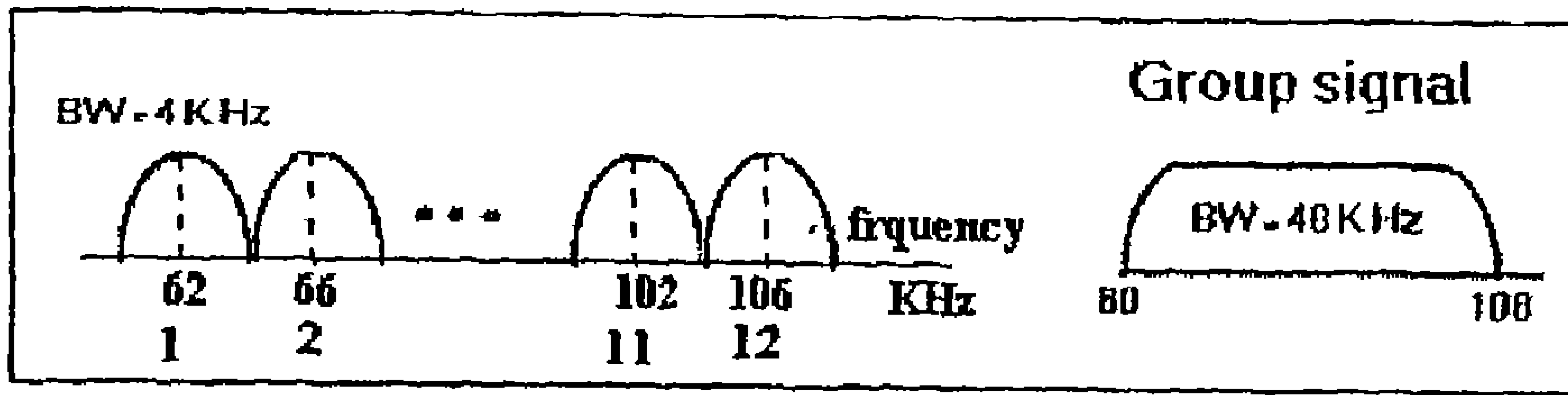
4.3.3) تقنيات التجميع والتجميع الممتاز والتجميع السيد والتجميع الضخم

Grouping, super grouping master grouping and Jumbo grouping techniques

لتقليل عدد الموجات الحاملة للإشارات المرسلة يتم تقسيم الإشارات إلى مجاميع على النحو التالي:

a) التجميع Grouping

يتم تجميع عدة قنوات (إشارات) صوتية (modulated signals) لتكوين إشارة مركبة تسمى group signal . يتم تحميل group signal على موجه حاملة لها تردد محدد. الشكل رقم 11 يوضح تجميع 12 قناة صوتية (المدى الترددي لكل قناة = 4 KH) لإنتاج group signal لها مدى ترددي = 12 x 4 = 48 K Hz

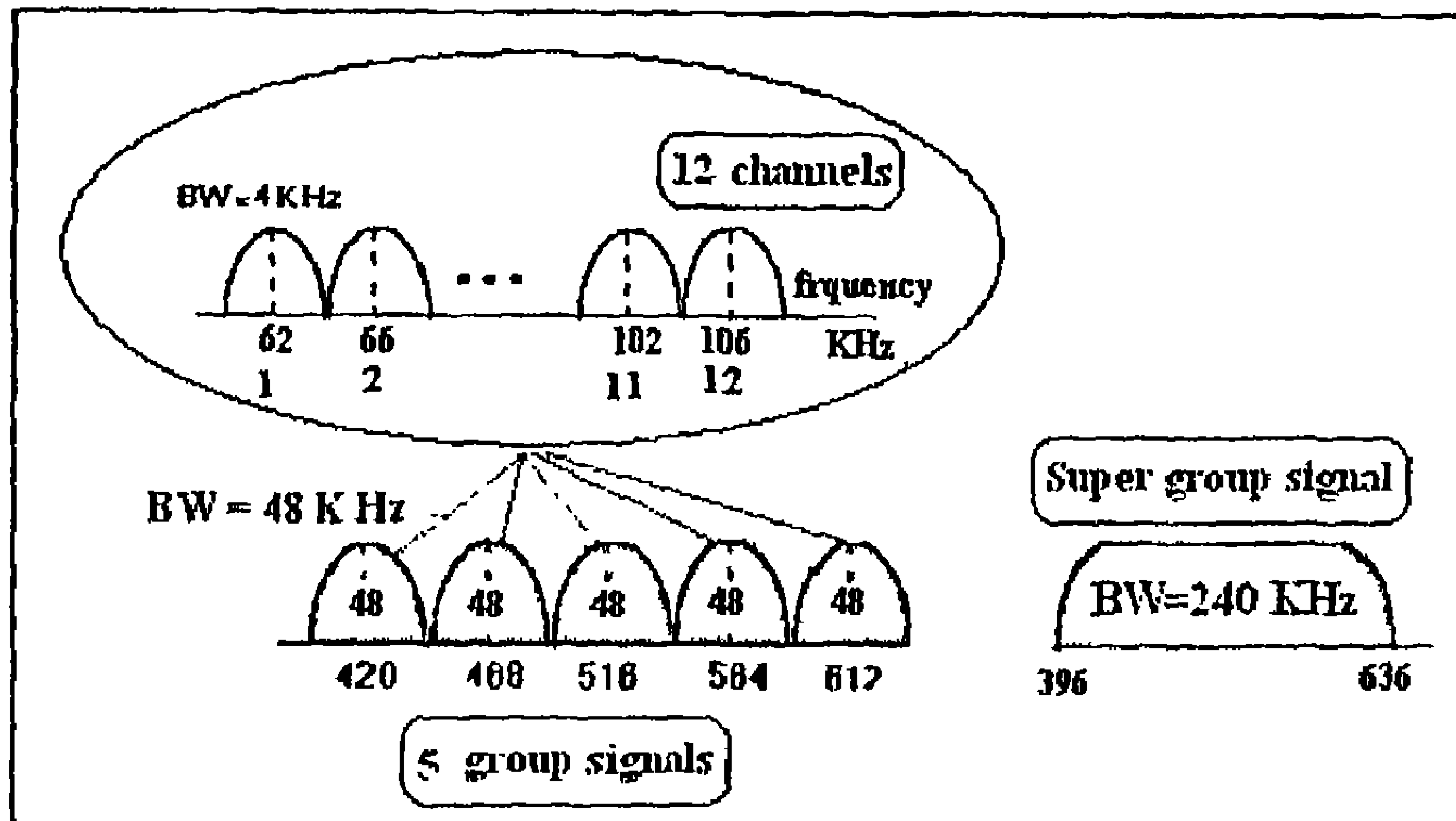


شكل 11 : تجميع 12 قناة صوتية (المدى الترددي لكل قناة = 4 KH)

لإنتاج group signal لها مدى ترددي = 12 x 4 = 48 K Hz

b) التجميع الممتاز Super grouping

هي عملية تجميع عدد من group signals لتكوين super group signal . الشكل رقم 12 يوضح عملية تجميع 60 قناة بواسطة تقسيمهم إلى خمس إشارات مجمعة group signals (كل group signal تحتوي على 12 قناة). المدى الترددي لكل group signal = 48 KHz. يتم تحميل الخمس group signal على موجات حاملة تردداتها تساوي 420 , 468, 516, 564, and 612 KHz. الإشارة الناتجة من تجميع عدد خمس group signal تسمى super group signal تشغل حيز ترددي مداه يساوي (48*5=240 KHz) من (420-24=396 KHz) إلى (612+24=636 KHz)



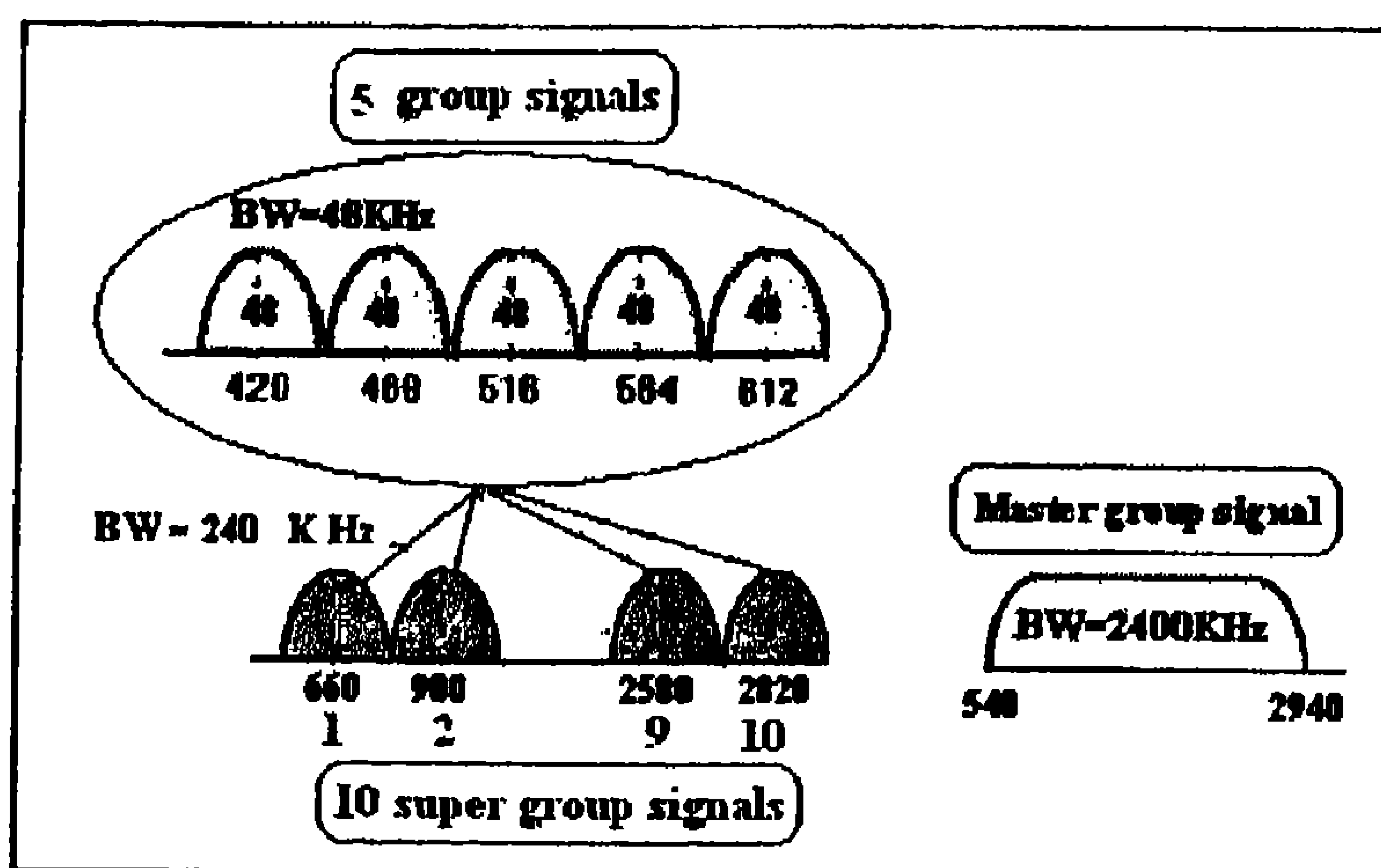
شكل 12: عملية تجميع 60 قناة بواسطة تقسيمهم إلى خمس إشارات مجمعة group signal ثم تجميع الخمس group signals لتكوين super group signal

c) التجميع السيد Master grouping

هي عملية تجميع عدد من super group signals لتكوين master group signal.

بفرض وجود 600 قناة . من الجزء السابق يتبين أن كل super group signal تحتوي على 60 قناة (بواقع 5 group signals وكل group signal تحتوي على 12 قناة) . لتقسيم 600 قناة يكون لدينا 10 super groups . يتم تحميل العشرة super group signals على موجات حاملة ترددانها تساوي (660, 900, 1140, 1380, 1620, 1860, 2100, 2340,2580, and 2820) .

الإشارة الناتجة من تجميع عدد عشرة super group signals تسمى master group تشغل حيز ترددي مداه يساوى (240*10=2400 KHz) من (660-120=540 KHz) إلى (2820+120=2940 KHz) . الشكل رقم 13 يوضح تجميع عشرة super group signals لإنتاج master group signal لها مدى ترددي = 2400KHz



شكل 13: تجميع عشرة super group signals لإنتاج master group signal لها مدى ترددي = 2400KHz

من الأشكال رقم 11, 12 and 13 يتبين لنا اجمالي عدد الموجات الحاملة وترددانها التالي

- 12 موجه حاملة ترددانها تساوي (62, 66, 70, 74, 78, 82, 86, 90, 94, 98, 102, and 106) يتم تكرارهم مع خمس مجاميع لتكوين 5 group signals

- 5 موجات حاملة تردداتها (420 , 468, 516, 564, and 612 KHz) لتحميل 5 group signals
- 10 موجات حاملة تردداتها

(660, 900, 1140, 1380, 1620, 1860, 2100, 2340,2580, and 2820) لتحميل 12 group signals حيث أن كل super group signal تحتوي على 5 group signals .

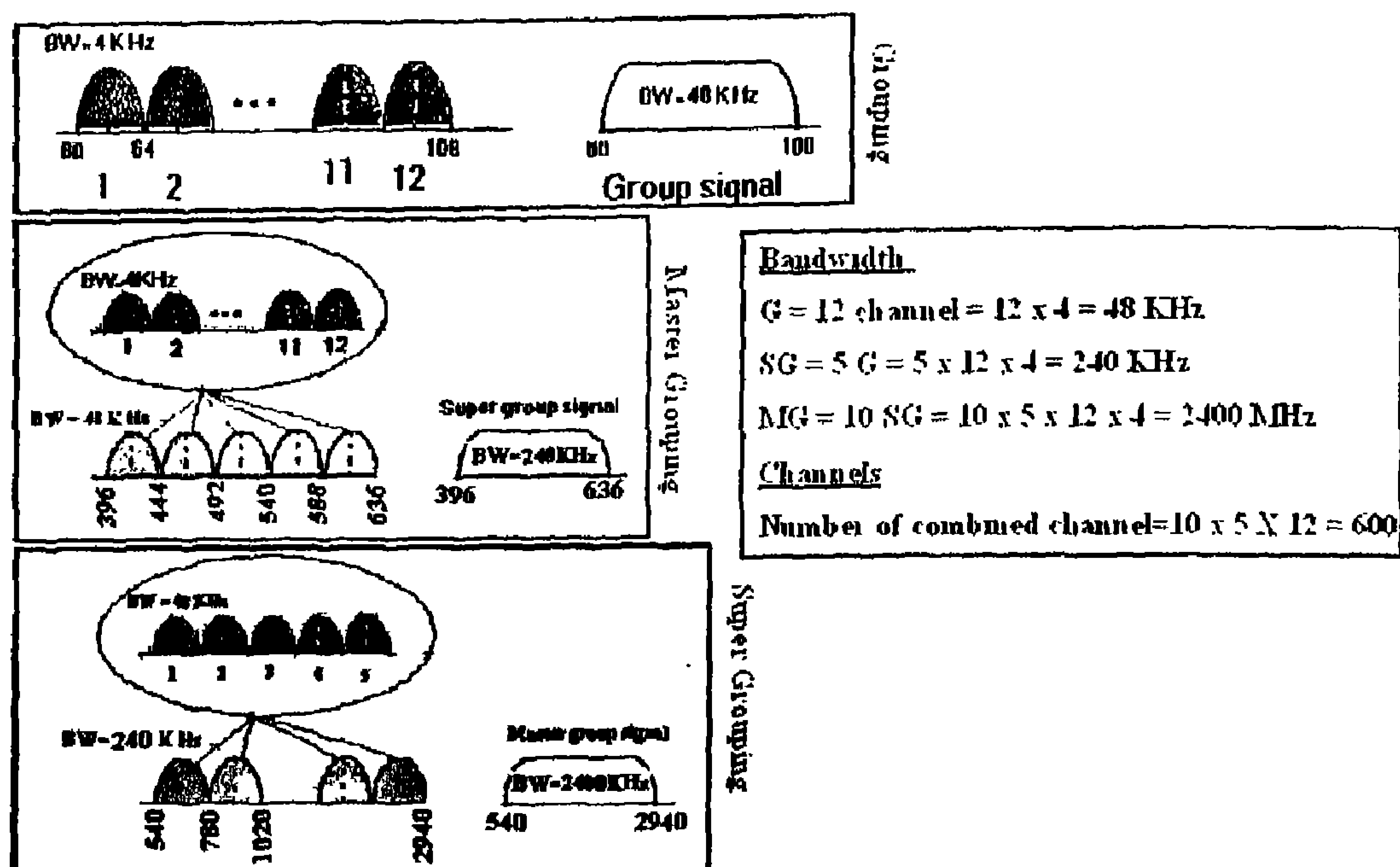
- 1 موجه حاملة ترددها يساوي (4500 KHz) لتحميل master group signal والتي تحتوي على 12 super group
- إجمالي عدد الموجات الحاملة المستخدمة في نقل 600 قناة صوتية هو 12+5+10+1=28 موجه حاملة
- يتم استخدام 28 موجه حاملة في نقل 600 قناة صوتية بدلا من استخدام 600 موجه حاملة بواقع موجه حاملة لكل قناة صوتية

الشكل رقم 14 يوضح عملية تقسيم 600 قناة صوتية إلى 5 group signals, 10 super group signals and one master group signal .

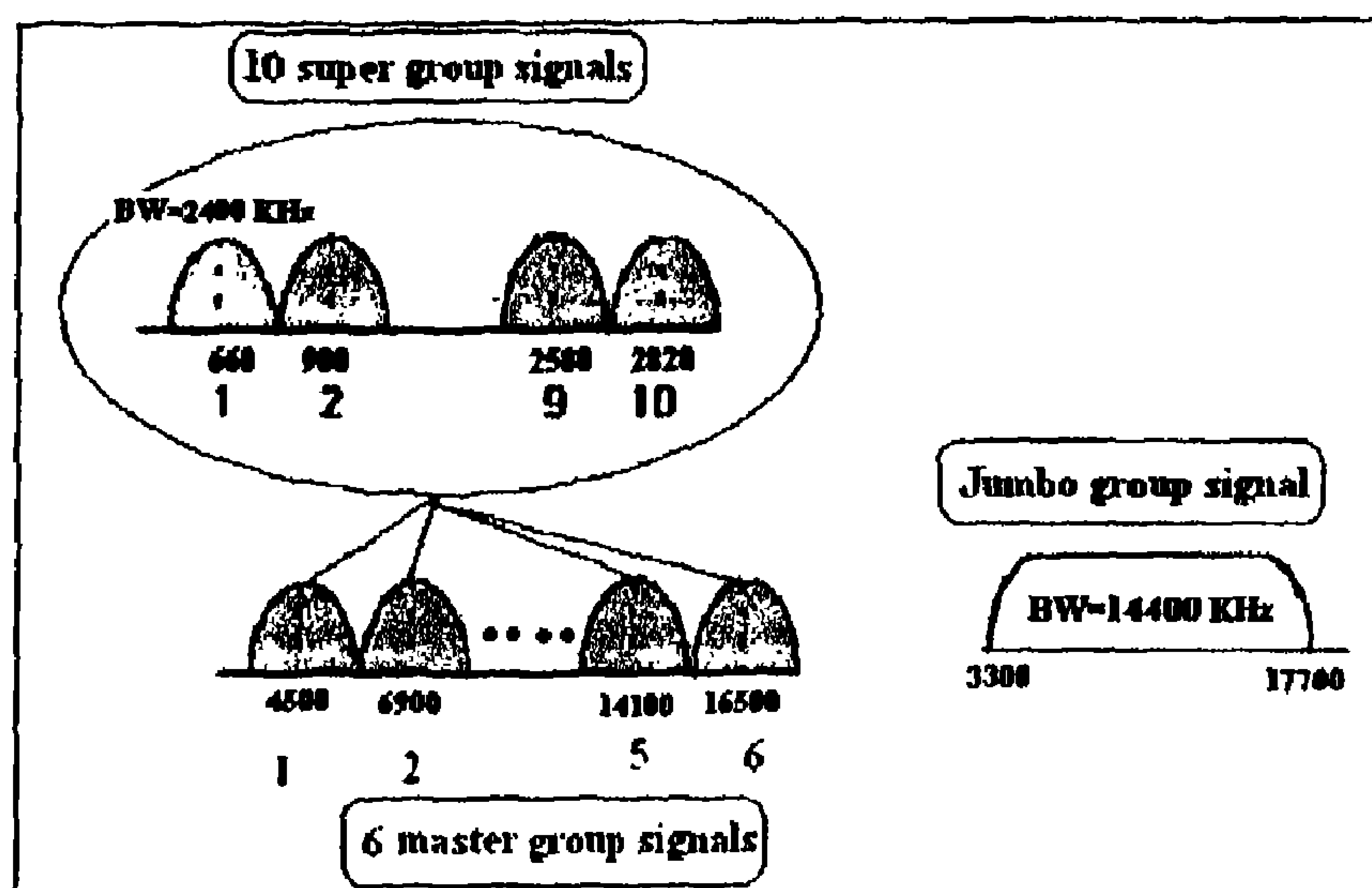
d) التجميع الضخم Jumbo grouping

يمكن تجميع عدد من master group signals لتكوين one jumbo group signal.

الشكل رقم 15 يوضح تجميع ستة Master group signals لإنتاج one jumbo group signal لها مدى ترددي يساوى (2400*6=14400 KHz) من-4500-1200=3300KHz إلى 16500+1200=17700KHz . ترددات الموجه الحاملة لتحميل 6 master group signals هي: (4500, 6900, 9300, 11700, 14100, 16500 KHz). الشكل رقم 15 يوضح تجميع ستة master group signals لإنتاج Jumbo group signal لها مدى ترددي = 14400KHz

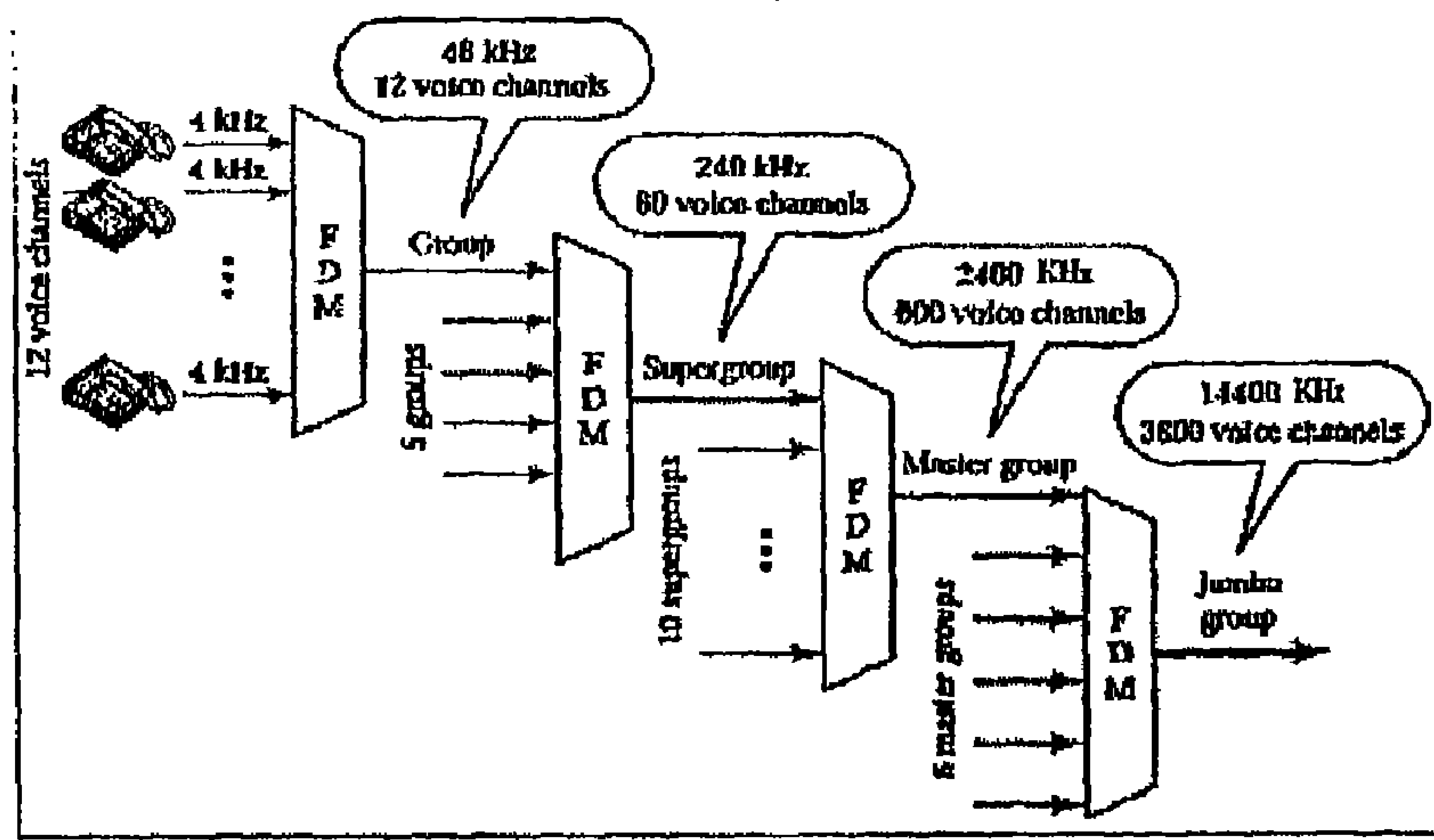


شكل 14: عملية تقسيم 600 قناة صوتية إلى: 5 group signal, 10 super group signals and one master group signal



الشكل رقم 15 يوضح تجميع ستة master group signals لإنتاج one jumbo group signal لها مدى ترددي = 14400KHz

الشكل رقم 16 يوضح عملية تقسيم 3600 قناة صوتية إلى 5-group signals , 10- super group signals, and 6 master group signals لتكوين jumbo group signal .



شكل16 : عملية تقسيم 3600 قناة صوتية إلى 5-group signals , 10-super group signal, and 60 master group signal لتكوين one Jumbo group signal

إجمالي عدد الموجات الحاملة اللازمة لمزج 3600 قناة صوتية يساوي 34 تحسب على النحو التالي:

- 12 موجة حاملة لتحميل كل 12 قنوات صوتية
- 5 موجه حاملة لتحميل كل 5 group signals
- 10 موجات حاملة لتحميل كل 10 super group signals
- 6 موجات حاملة لتحميل كل 6 master group signals
- 1 موجه حاملة لتحميل one jumbo group signal

مثال6 :

وضح بالرسم عملية مزج 40 قناة صوتية عرض كل منها 4 KHz

الـحـل:

مزج 40 قناة صوتية عرض كل منها 4 KHz يتم على النحو التالي

1) الموجات الحاملة لكل 5 قنوات صوتية هي : 62, 66, 70, 74, 78 KHz بعرض كل قناة = 4 KHz

2) مزج كل 5 قنوات للحصول group وبالتالي يكون لدينا 8 groups (G1, G2, G3, ….., G8) عرض كل group = 20 K Hz

3) مزج كل 2 groups لتكوين super-group signal وبالتالي يكون لدينا 4 super-group signals (SG1, SG2, SG3, SG4) بعرض 40 KHz لكل super-group signal

4) فرض تحميل 2 group-signal على موجات حاملة ترددالتها (200, and 220 KHz)

5) مزج كل 2 super-groups لتكوين master-group signal وبالتالي يكون لدينا 2 master-group signals (MG1 and MG2) بعرض 80 KHz لكل master-group signal

6) فرض تحميل كل 2 super-group signals على الموجات الحاملة 300 and 340 KHz

7) مزج 2 master-group signals لتكوين one jumbo-group signal بعرض 160 KHz

8) فرض تحميل كل 2 master-group signals على الموجات الحاملة : 400 and 480 KHz

9) تحميل jumbo-group signal على موجه حاملة 600 KHz

10) إجمالي عدد الموجات الحاملة 12 موجه حاملة :

- 5 موجات لتحميل لقنوات الصوت (62, 66, 70, 74, and 78 KHz)
- 2 موجه لتحميل groups (200 and 220 KHz)

- 2 موجه لتحميل super groups (300 and 340 kHz)
- 2 موجه لتحميل master groups (400 and 480 KHz)
- 1 موجه لتحميل jumbo group (600 KHz)

الشكل رقم 17 يوضح عملية multiplexing في تقسيم 40 قناة صوتية إلى:

8-group signals , 4-super group signal, and 2 master group signal

لتكوين one Jumbo group signal أثناء عملية multiplexing.

الشكل 18 يوضح طيف القنوات الصوتية بالإضافة إلى طيف كل من:

group signals, super-group signal, master group signals, and jumbo group signals .

الشكل رقم 19 يوضح عملية demultiplexing في إعادة تجميع 40 قناة صوتية من:

8-group signals , 4-super group and 2 master group signal

لتكوين one Jumbo group signal

مثال7 :

وضح بالرسم عملية مزج 80 قناة صوتية عرض كل منها 4 KHz

الحل:

عملية مزج 80 قناة صوتية عرض كل منها 4 KHz تتم النحو التالي

1) الموجات الحاملة لكل 5 قنوات صوتية هي : 62, 66, 70, 74, 78 KHz بعرض كل قناة = 4 KHz

2) مزج كل 5 قنوات للحصول group وبالتالي يكون لدينا 16 groups (G1, G2, G3, ….., G16) عرض كل group = 20 K Hz

3) مزج كل 4 groups لتكوين super-group signal وبالتالي يكون لدينا 4 super-group signals (SG1, SG2, SG3, SG4) بعرض 80 KHz لكل super-group signal

4) فرض تحميل 4 group-signal على موجات حاملة ترددها (200, 220, 240 and 260 KHz)

5) مزج كل 2 super-groups لتكوين master-group signal وبالتالي يكون لدينا 2 master-group signals (MG1 and MG2) بعرض 160 KHz لكل master-group signal

6) فرض تحميل كل 2 super-group signals على الموجات الحاملة 320 and 400 KHz

7) مزج 2 master-group signals لتكوين one jumbo-group signal بعرض 320 KHz

8) فرض تحميل كل 2 master-group signals على الموجات الحاملة : 480 and 640 KHz

9) تحميل jumbo-group signal على موجه حاملة 800 KHz

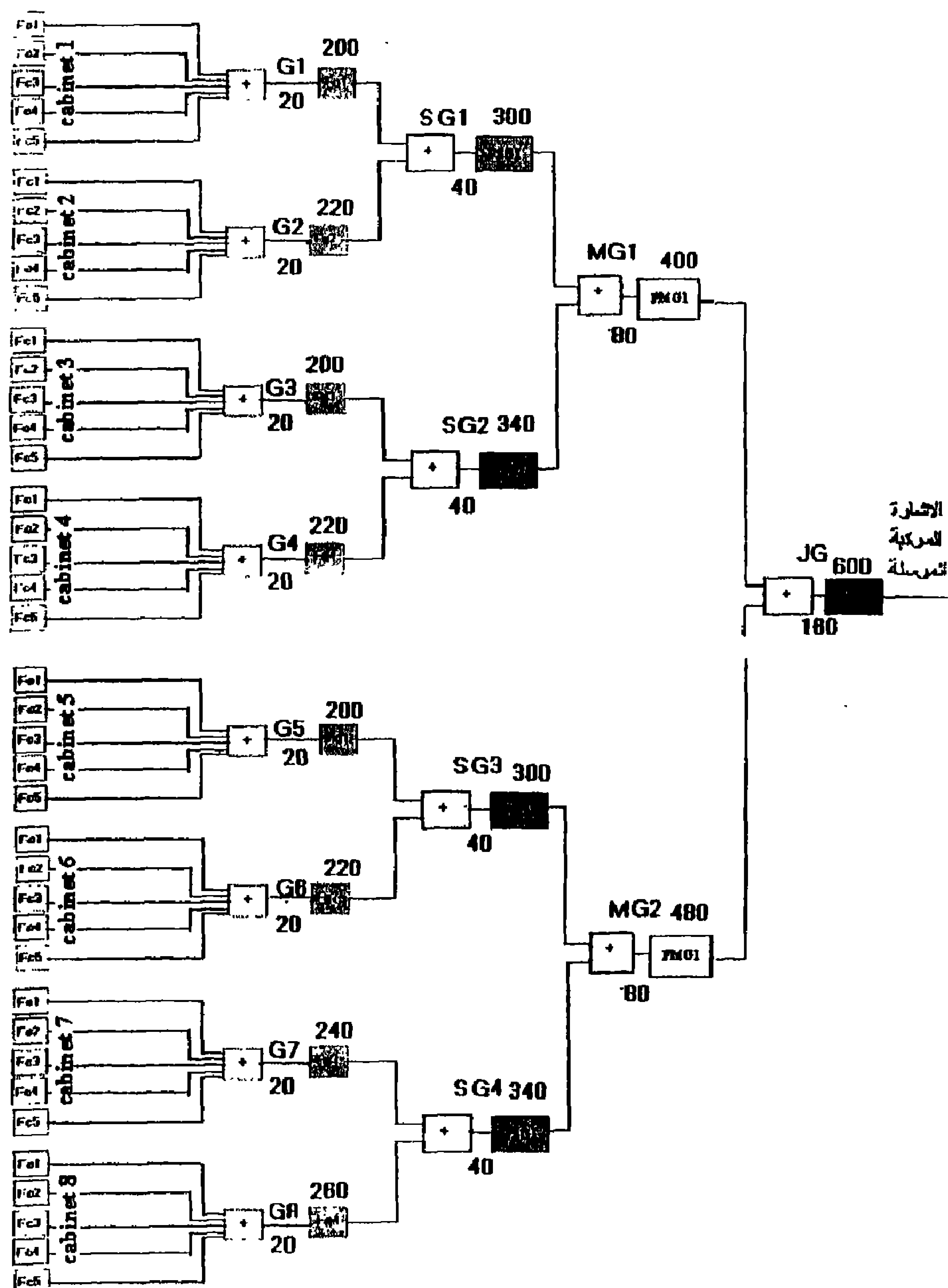
الشكل رقم 20 يوضح عملية تقسيم 80 قناة صوتية إلى :

16 group signals , 4 super- group signals, and 2 master-group signals

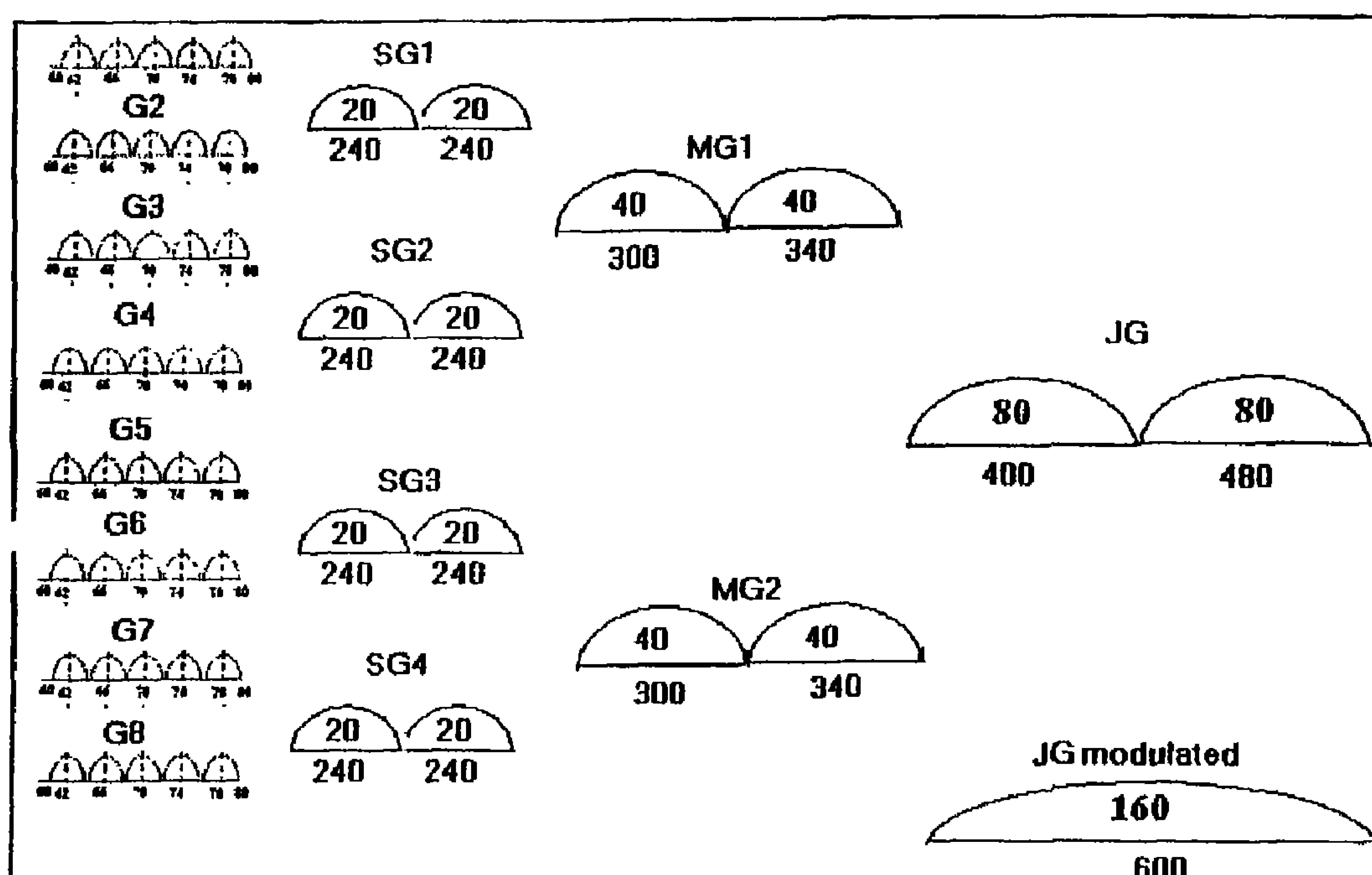
لتكوين one jumbo group signal أثناء عملية multiplexing.

الشكل 21 يوضح طيف القنوات الصوتية بالإضافة إلى طيف كل من:

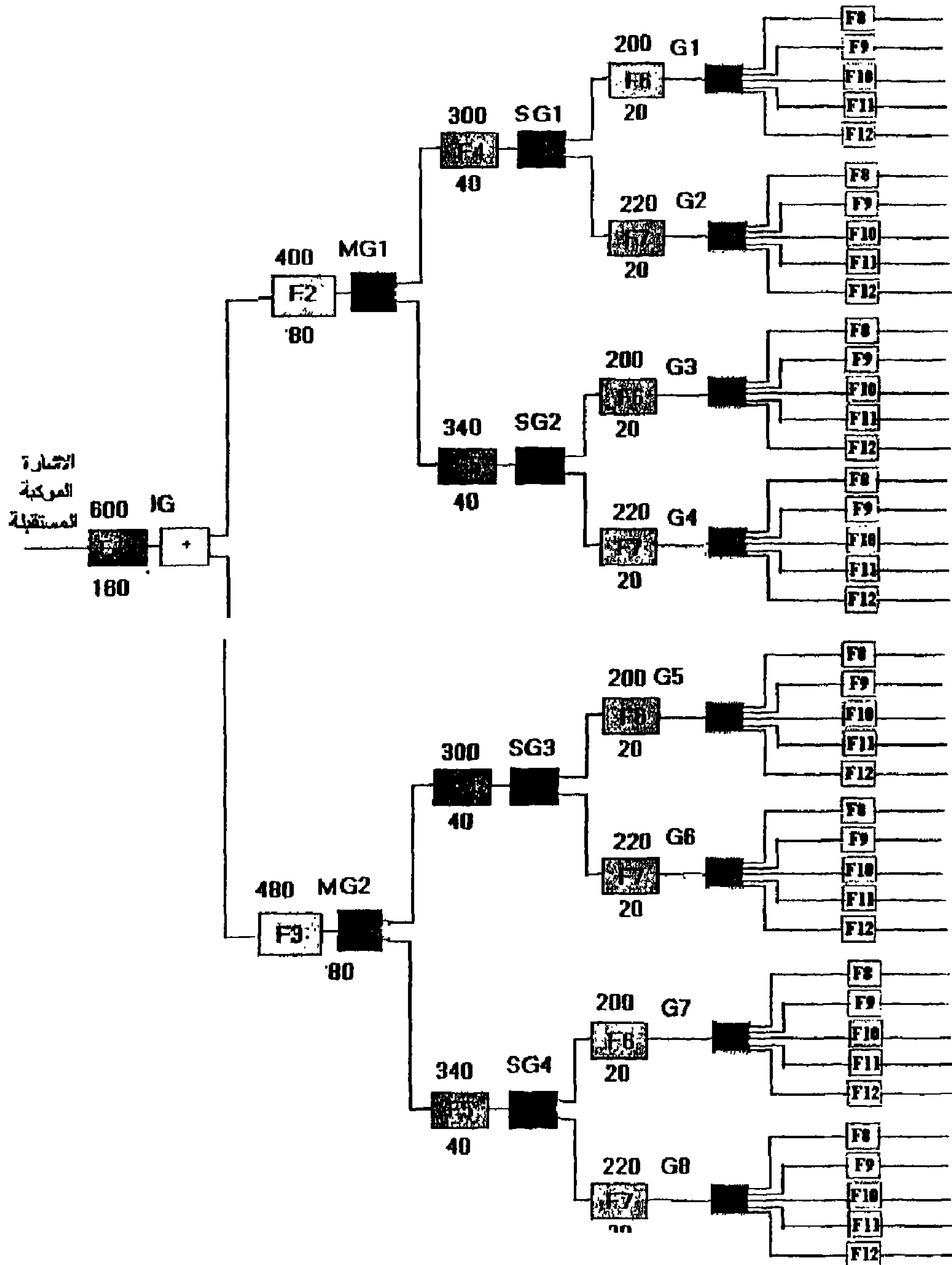
group signals, super-group signal, master group signals, and jumbo group signals.



شكل 17: عملية تقسيم 40 قناة صوتية إلى 8 group signals , 4 super-group signals, and 2 master-group signals لتكوين one jumbo group signal أثناء عملية multiplexing

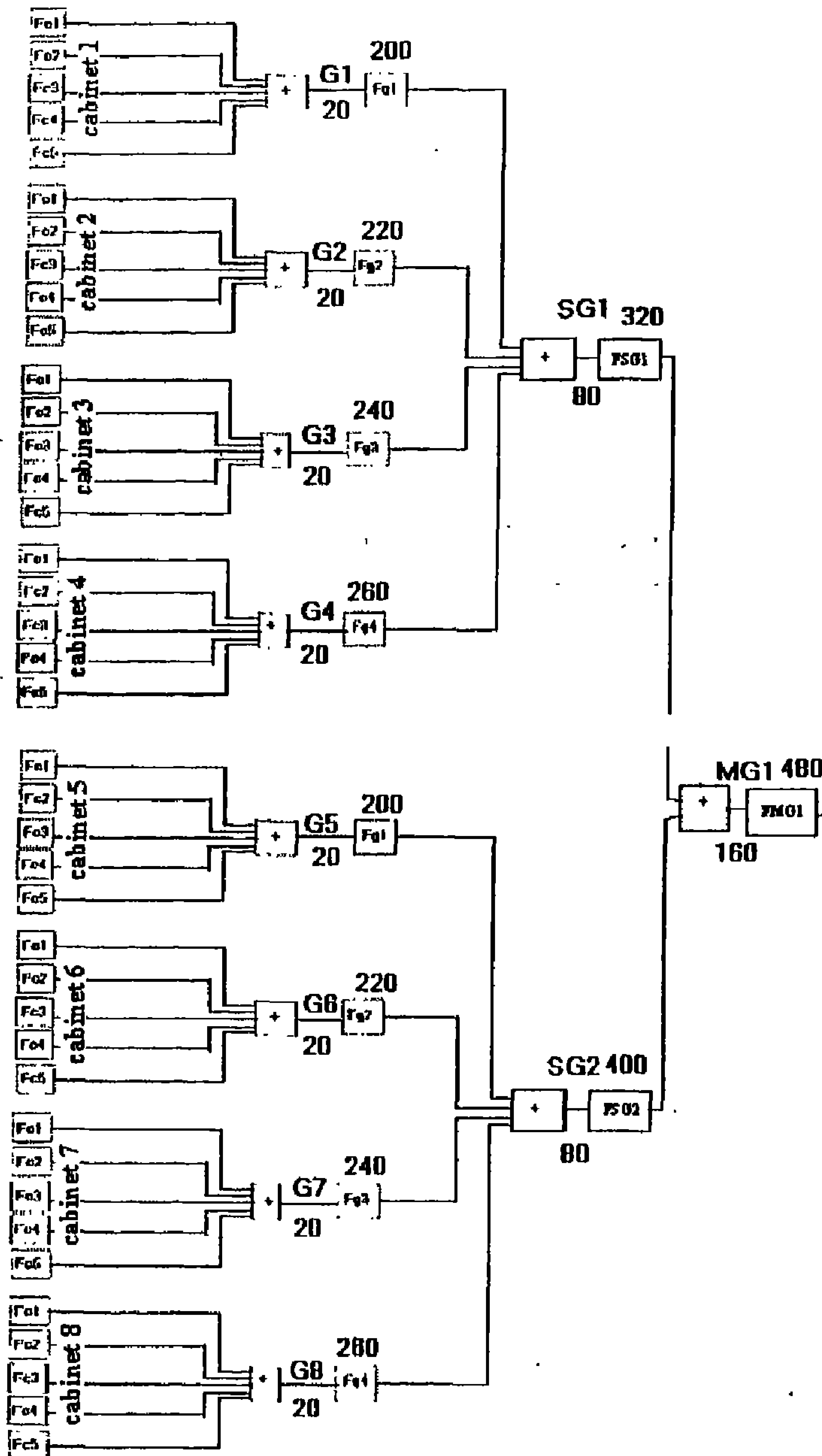


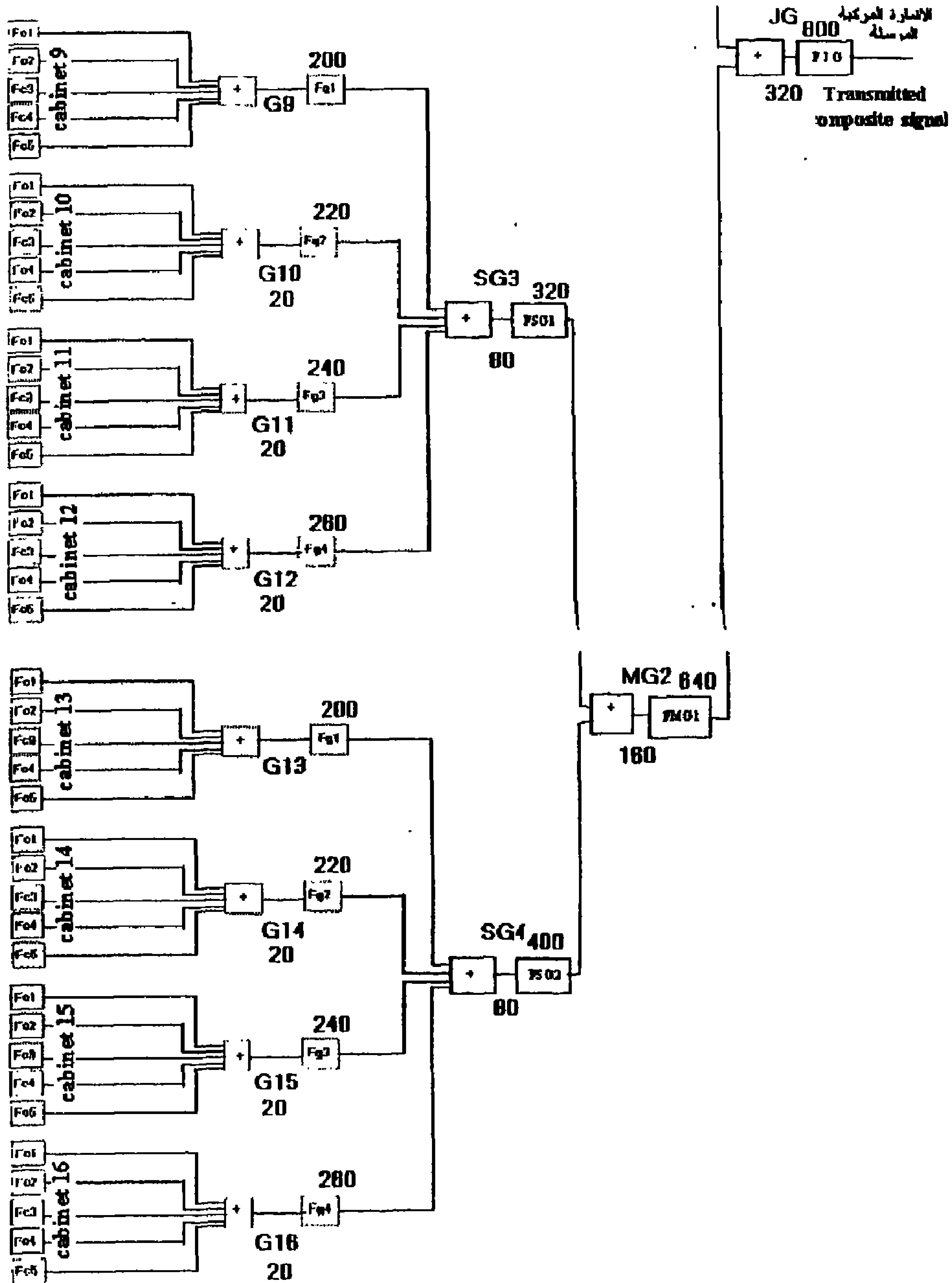
الشكل 18 :طيف القنوات الصوتية بالإضافة إلى طيف كل من group signals, super-group signal, master group signals. and jumbo group signals



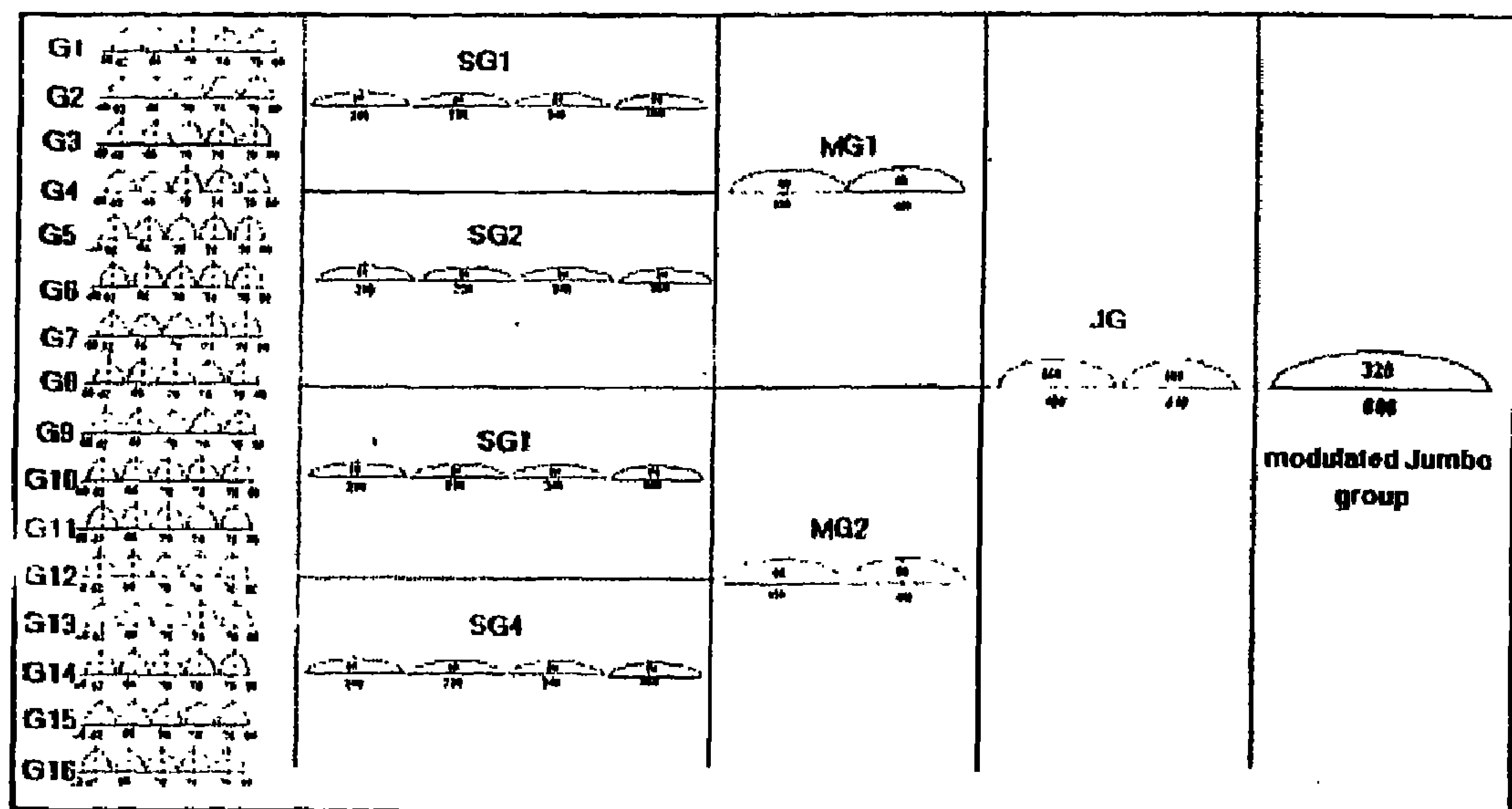
شكل 19 : عملية إعادة تجميع 40 قناة صوتية من 8 group signals , 4 super-group signals, and 2 master-group signals لتكوين one jumbo group signal

أثناء عملية demultiplexing





شكل 20: عملية تقسيم 80 قناة صوتية إلى 16 group signals , 4 super- group signals and 2 master- group signals لتكوين one jumbo group signal أثناء عملية multiplexing



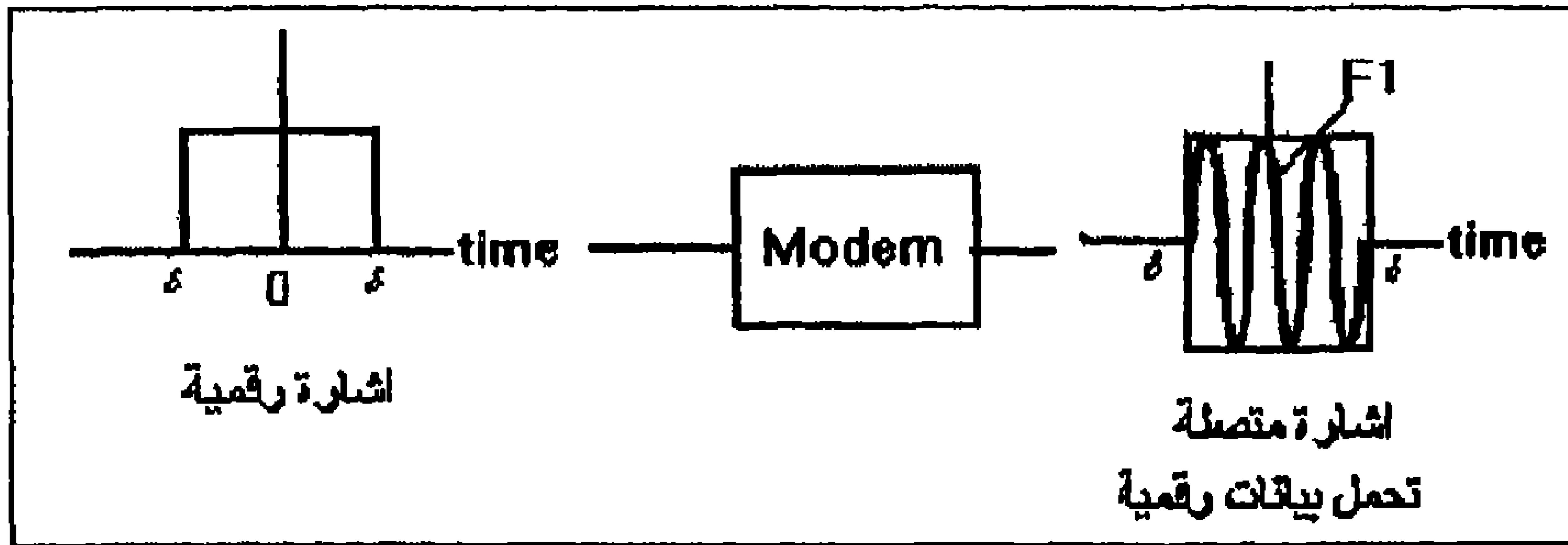
الشكل 21 يوضح طيف القنوات الصوتية بالإضافة إلى طيف كل من group signals, super-group signal, master group signals. and jumbo group signals

4.4) تقنية المزج الزمني

TIME DIVISION MULTIPLEXING (TDM)

تستخدم تقنية المزج الزمني (TDM) عندما يكون data rate capacity لقناة الإرسال أكبر من مجموع data rate للإشارات الرقمية المراد إرسالها. فعلى سبيل المثال يمكن إرسال ثلاث إشارات رقمية لكل منهم DR=20 bps إذا كان DR لوسط الإرسال اكبر من 60bps

تقنية TDM هي عملية مزج زمني للإشارات الرقمية وذلك بتجميع الإشارات الرقمية من أكثر من مصدر على رابط واحد فقط. في هذه التقنية يكون لدينا إشارة رقمية أو إشارات متصلة تحمل بيانات رقمية. الشكل رقم 22 يوضح استخدام modem في تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة متصلة (تحمل بيانات رقمية)



شكل 22: استخدام modem في تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة متصلة (تحمل بيانات رقمية)

إذا كان لدينا أشارة متصلة تحمل بيانات متصلة فأننا نستخدم تقنية (Pulse-Coded Modulation PCM) لتحويل الإشارة المتصلة إلى إشارة رقمية. الإشارات الرقمية (digital signal) أو إشارات متصلة تحمل بيانات رقمية (analog signals carrying digital data) يمكن تجميعها على رابط واحد فقط باستخدام تقنية المزج الزمني وذلك من خلال أخذ جزء من كل إشارة عند كل لحظة زمنية . أي أنه في تقنية TDM يكون هناك مشاركة زمنية.

باستخدام تقنية TDM يتم تقسيم وحدة الزمن (second) إلى عدة إطارات (frames) وكل إطار يقسم إلى عدة شقوق (slots) وكل شق يحتوى على معلومة من كل إشارة رقمية

يوجد نوعان من التقسيم الزمني تبعا لنوع التزامن:

1) في الإرسال المتزامن : يتم إرسال bit مع كل slot حيث أنه يتم أخذ أول bit من أول رسالة ثم أول bit من الرسالة الثانية إلى أن نأخذ أول bit من الرسالة الأخيرة وذلك لتشكيل الإطار الأول ثم يتم تشكيل الإطار الثاني من عدة شقوق كل شق يحتوي على bit الثاني من كل رسالة ثم تعاد العملية حتى يتم الوصول إلى الإطار الأخير الذي يحتوى على عدة شقوق كل شق يحتوي على bit الأخير من كل رسالة. في هذه الحالة يكون عدد الشقوق داخل كل إطار يساوي عدد الرسائل وعدد الإطار يساوي عدد البتات في أطول رسالة. أطول رسالة يعني الرسالة التي تحتوي على أكبر عدد من البتات

2) في الإرسال الغير متزامن : يتم إرسال حرف مع كل slot حيث أنه يتم أخذ أول حرف من أول رسالة ثم أول حرف من الرسالة الثانية إلى أن نأخذ أول حرف من الرسالة الأخيرة وذلك لتشكيل الإطار الأول ثم تعاد العملية مرة أخري لتشكيل الإطار الثاني وتستمر حتى يتم الانتهاء من تشكيل الإطار الأخير الذي يحتوي على عدة شقوق وكل شق يحتوي على الحرف الأخير من كل رسالة. في هذه الحالة يكون عدد الشقوق داخل كل إطار يساوي عدد الرسائل وعدد الإطار يساوي عدد الأحرف في أطول رسالة. أطول رسالة يعني الرسالة التي تحتوي على أكبر عدد من الأحرف

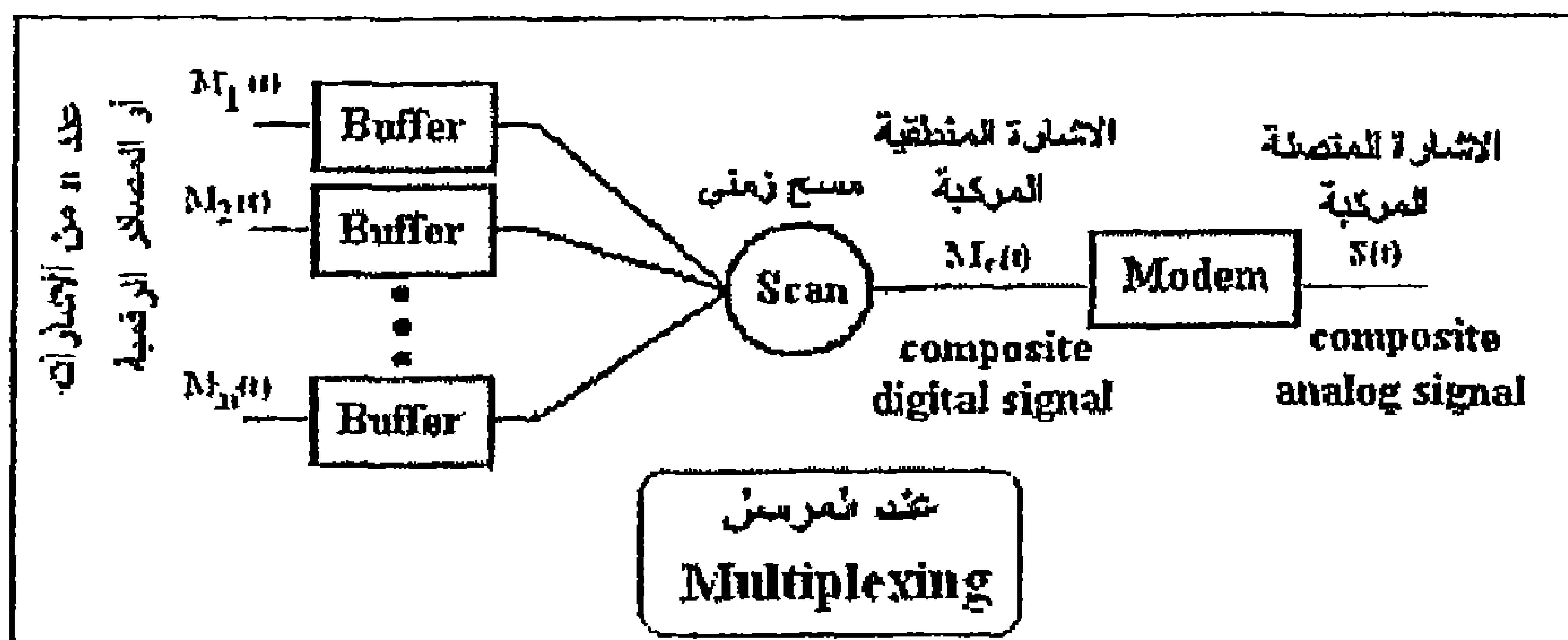
تقنية TDM في الإرسال (multiplexing)

الشكل رقم 23 يوضح تقنية المزج الزمني في الإرسال (multiplexing)

- بفرض وجود عدد n من المصادر التي تقوم بإنشاء الإشارات الرقمية وكل إشارة لها معدل سريان data rate (الإشارة الأولى لها $\text{data rate}=M_1(t)$ والإشارة الثانية لها $\text{data rate} = M_2(t)$ والإشارة رقم n لها $\text{data rate} = M_n(t)$)
- يتم إجراء مسح scan بمعدل زمني ثابت على جميع الإشارات بالتتابع وفي خلال كل scan يتم تخزين عدد من بتات كل مصدر داخل buffer طبقا للسعة التخزينية لهذا buffer
- كل scan يمثل إطار واحد للبيانات التي يتم تجميعها من جميع المصادر على التوالي
- عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate) يساوي معدل المسح scan rate (عدد مرات المسح في الثانية الواحدة)
- الإطار الواحد يحتوي على عدد من slots
- كل slot يحتوي على عدد من bits يساوي سعة buffer التخزينية (buffer size)

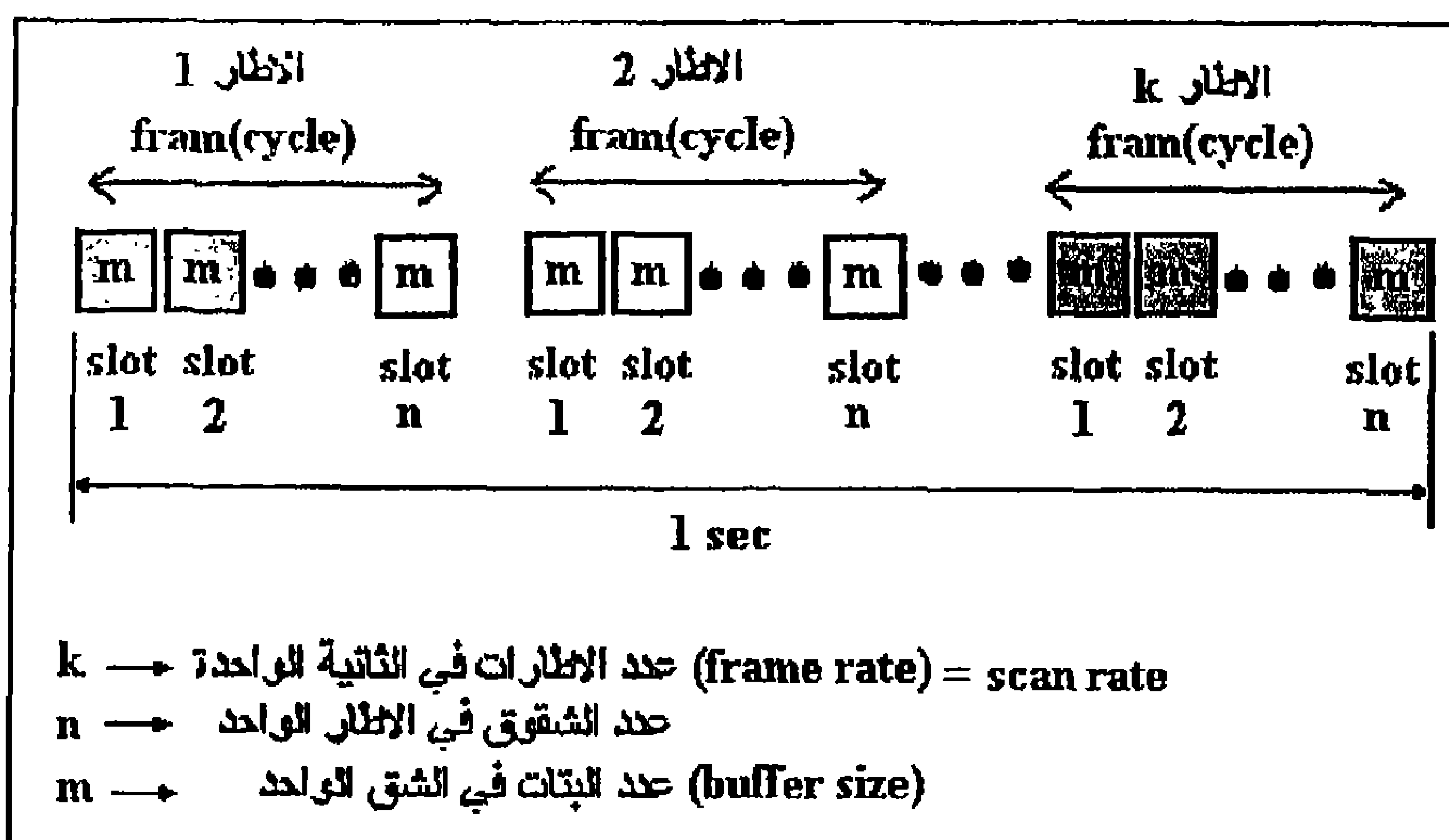
بفرض أن buffer size = 4 bits (كل slot يحتوي على 4 bits) وبفرض أن كل جزء من الإشارة الواحدة يخزن داخل one slot

- يتم تخزين أول 4-bits من المصدر الأول في buffer (slot) الأول ثم تخزين أول 4-bits من المصدر الثاني في buffer (slot) الثاني حتى يتم تخزين أول 4-bis من المصدر الأخير في buffer (slot) الأخير وبذلك يتم تشكيل الإطار الأول
- بانتهاء scan الأولى يكون قد تم تكوين الإطار الأول الذي يحتوي على الجزء الأول من كل إشارة والذي يتكون من 4 bits
- في نهاية scan الثانية يكون لدينا الإطار الثاني الذي يحتوي على الجزء الثاني من كل إشارة
- بانتهاء عملية المسح يكون لدينا عدد من الإطارات (في الثانية الواحدة) والذي يمثل الإشارة المركبة والتي يتم إدخالها إلى Modem لتحويلها إلى إشارة متصلة ثم إرسالها عبر قناة الإرسال



شكل 23: المزج الزمني عند المرسل (multiplexing)

الشكل رقم 24 يوضح تقسيم وحدة الزمن (second) إلى عدة إطارات (k) وتقسيم كل إطار إلى عدة شقوق (n) وكل شق يحتوي على عدد من البتات (m) يساوي سعة buffer التخزينية



شكل 24 : تقسيم وحدة الزمن (second) إلى عدة إطارات (k) وتقسيم كل إطار إلى عدة شقوق (n) وكل شق يحتوي على عدد من البتات (m) يساوي سعة buffer التخزينية

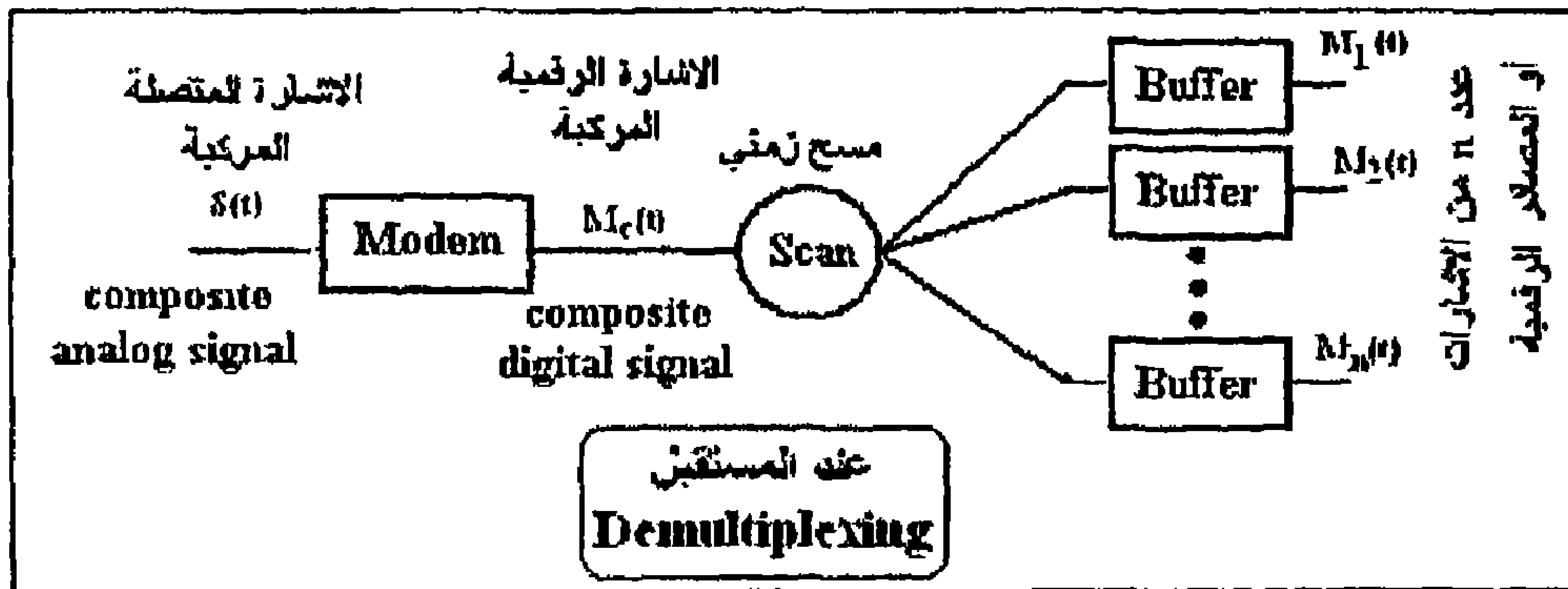
في تقنية المزج الزمني يتم مسح الشق الزمني (time slot) لكل أشارة حتى إذا لم يكن هناك بيانات (بت أو حرف) للإشارة عند هذا الشق الزمني. أي يمكن أن يكون هناك شق لا يحتوي على data

تقنية TDM في الاستقبال (demultiplexing)

الشكل رقم 25 يوضح تقنية المزج الزمني في الاستقبال (demultiplexing)

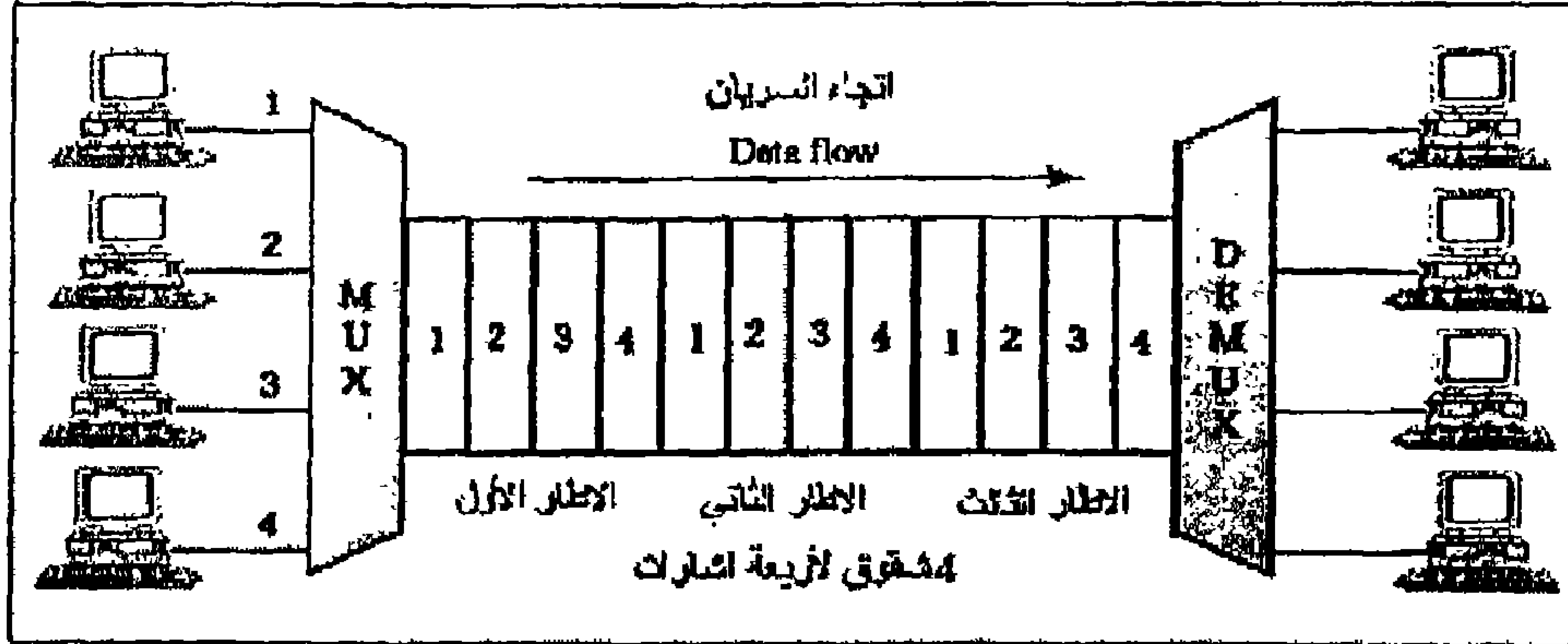
في الاستقبال تتم عملية عكسية لما تم في الإرسال (demultiplexing) وذلك لاستخلاص الإشارات الأصلية من الإشارة المركبة

- Modem يقوم بتحويل الإشارة المركبة المتصلة (analog composite signal) إلى إشارة رقمية مركبة (digital composite signal)
- يتم المسح بصورة عكسية لعملية الإرسال حيث يتم إعادة توزيع محتوى slots للحصول على الإشارات الأصلية على النحو التالي : بفرض أن buffer size = 4 bits وبفرض أن كل جزء من الإشارة الواحدة يخزن داخل one slot
    - o في scan الأولى (الإطار الأول): يخزن محتوى slot الأول (4 bits) في buffer الخاص بالإشارة الأولى والذي يمثل الجزء الأول من الإشارة الأصلية الأولى ومحتوى slot الثانية يخزن داخل buffer الخاص بالإشارة الثانية والذي يمثل الجزء الأول من الإشارة الثانية وهكذا
    - o في نهاية scan الأولي يكون قد تم الحصول على الجزء الأول من كل إشارة أصلية
    - o في scan الثانية (الإطار الثاني) : يتم إعادة توزيع محتوي slots على buffers لتكوين الجزء الثاني من كل إشارة أصلية
    - o بانتهاء عملية scan يكون قد تم الحصول الإشارات الأصلية بالكامل



شكل 25 : تقنية المزج الزمني عند المستقبل (demultiplexing)

الشكل رقم 26 يوضح استخدام عملية TDM في مزج وفك مزج أربعة إشارات في الإرسال والاستقبال

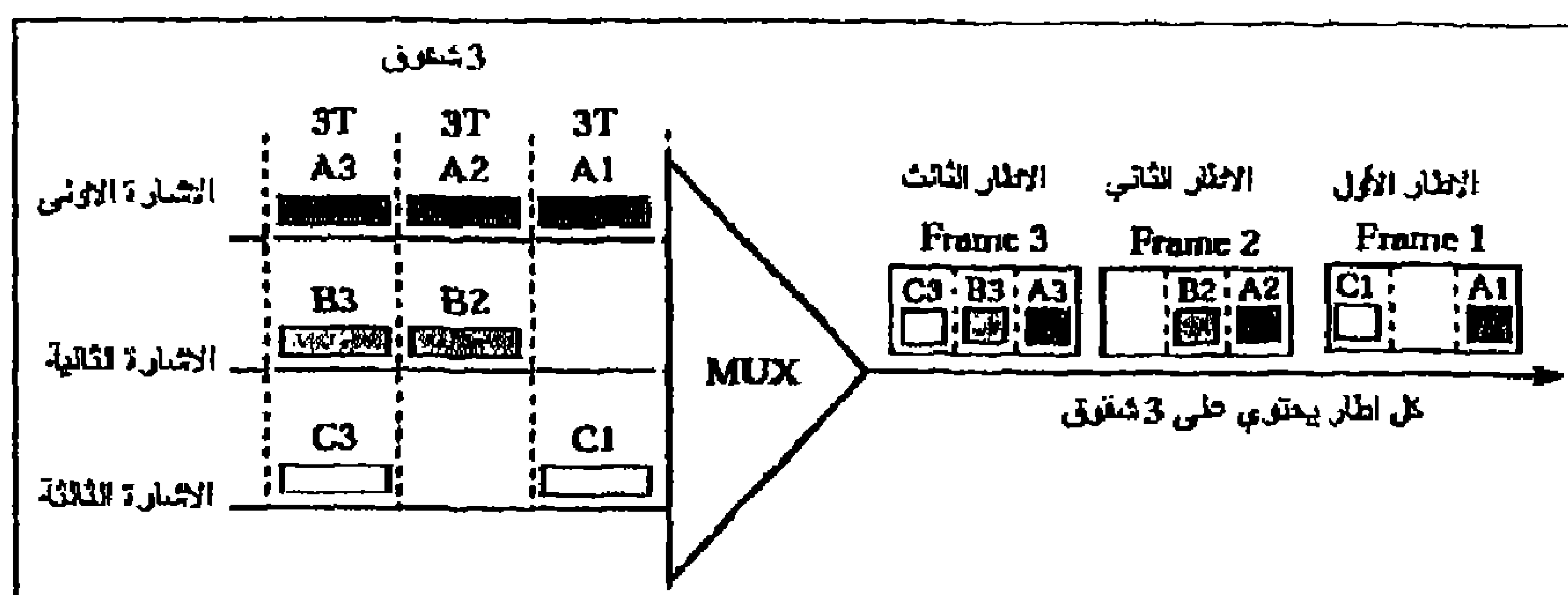


شكل 26: عملية TDM في مزج وفك مزج أربعة إشارات في الإرسال والاستقبال

من الشكل 26 يتضح وجود 4 مصادر (أربع إشارات رقمية) وثلاث إطارات. الإطار الأول يحتوى على الجزء الأول من كل إشارة (4 slots). الإطار الثاني يحتوى على الجزء الثاني من كل إشارة (4 slots). الإطار الثالث يحتوى على الجزء الثالث من كل إشارة (4 slots)

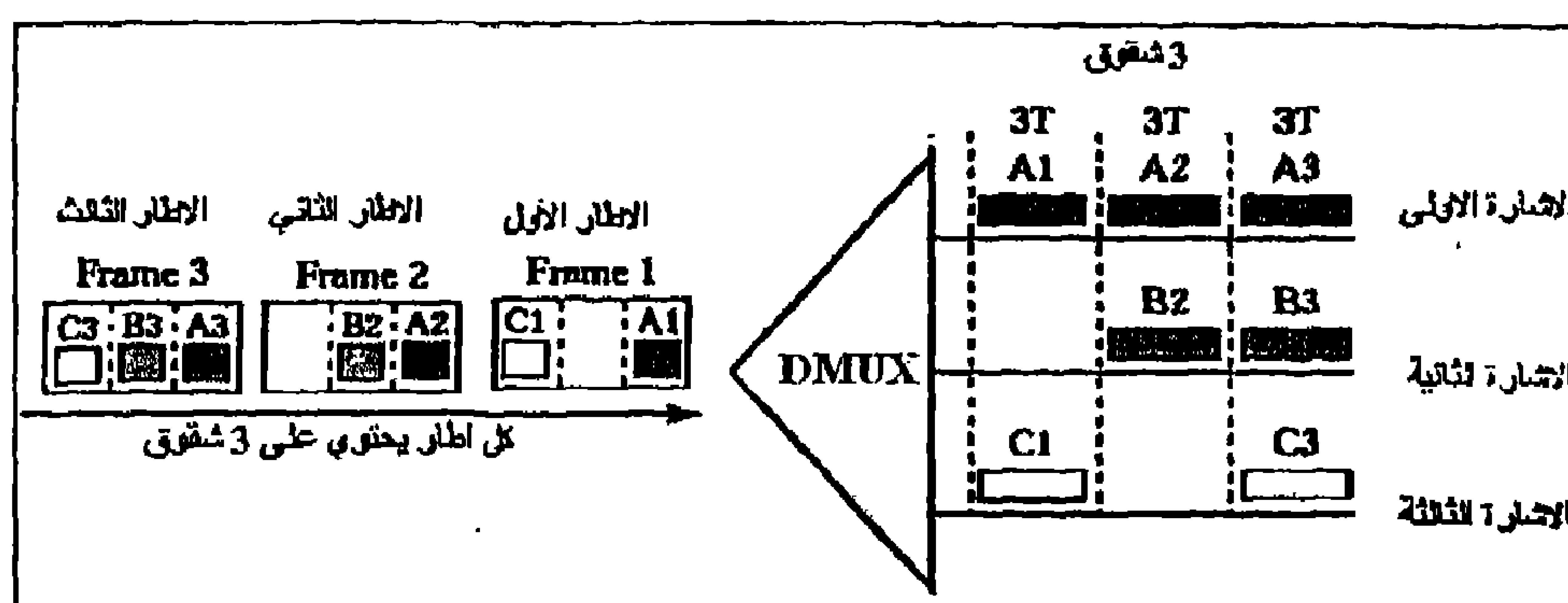
إطارات المزج الزمني TDM frames

الشكل رقم 27 توضح عملية TDM في الإرسال لمزج المعلومات من ثلاث إشارات (عملية multiplexing) حيث أن الإشارة الأولى: تتكون من ثلاثة أجزاء (3 bits أو ثلاثة حروف) والإشارة الثانية: تتكون من فراغ ثم جزأين (2 bits أو حرفان) والإشارة الثالثة: تتكون من جزأين بينهم فراغ (2 bits أو حرفان بينهم فراغ) . الشكل رقم 28 يوضح عملية TDM في الاستقبال لفك مزج المعلومات (عملية multiplexing)



الشكل رقم 27 يوضح عملية TDM في الإرسال لمزج المعلومات

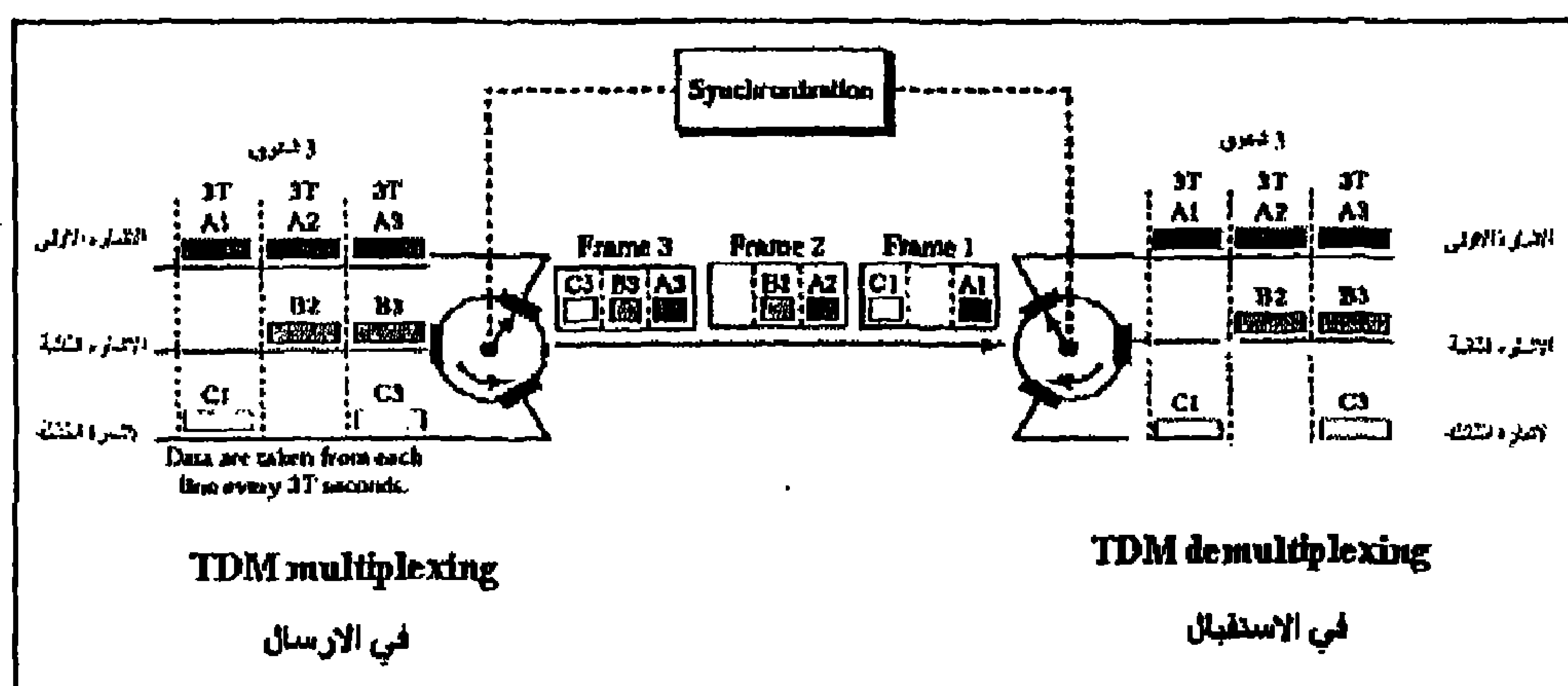
من ثلاث إشارات (عملية multiplexing)



الشكل رقم 28 يوضح عملية TDM في الاستقبال لفك مزج المعلومات

من ثلاث إشارات (عملية demultiplexing)

الشكل رقم 29 يوضح عملية TDM مع وجود تزامن في المسح بين الإرسال والاستقبال



شكل 29: عملية TDM مع وجود تزامن في المسح بين الإرسال والاستقبال

حسابات تقنية TDM

في جميع الحسابات المستخدمة في تقنية TDM يتم إعطاء التالي كمعطيات للحسابات المطلوبة

المعطيات

1) معدل المسح Scan rate

2) معدل سريان البيانات لكل مصدر Data rate for each source

3) السعة التخزينية في كل شق Buffer size (Bn)

المطلوب

1) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة Data rate of the composite signal (DR_C)

2) أقل معدل سريان بيانات للرابط المستخدم Minimum data rate of the link (DR_L)

3) الفترة الزمنية للبت الواحد قبل وبعد المزج Bit interval before and after multiplexing (δ_B)

4) عدد الإطارات في الثانية Number of frames per sec (frame rate)

5) الفترة الزمنية لإطار واحد Frame interval(δ_F)

6) عدد البتات في كل إطار Number of bit per frame (Fn)

7) عدد الشقوق في كل اطار Number of slots/frame (Sn)

8) الفترة الزمنية لشق واحد Slot interval (δ_S)

9) شكل توزيع بيانات المصادر with sources على الشقوق في كل إطار Slots configuration

الفترة الزمنية لإرسال البت الواحد (bit interval δ_B) لكل مصدر قبل المزج

$$bit\ interval = \delta_B = \frac{1}{DR_S}$$

معدل سريان البيانات (Data rate) للإشارة المركبة DR_C تساوى مجموع معدل سريان البيانات لمصادر الإشارة

$$DR_C = \sum DR_S$$

معدل سريان البيانات (Data rate) لوسط الإرسال DR_L يكون أكبر من أو يساوي معدل سريان البيانات للإشارة المركبة DR_C

$$DR_L \geq DR_C$$

الفترة الزمنية لإرسال البت الواحد (bit interval δ_B) بعد المزج

$$bit\ interval = \delta_B = \frac{1}{DR_C}$$

عدد الإطارات في الثانية = معدل الإطارات (frame rate) = معدل المسح

$$frame\ \ rate = scan\ \ rate$$

الفترة الزمنية لإطار واحد (frame interval δ_F)

$$frame\ interval = \delta_F = \frac{1}{frame\ rate}$$

بفرض أن $DR_C = DR_T$ فان

معدل سريان البيانات لوسط الإرسال = عدد الإطارات في الثانية x عدد البتات في كل إطار (Fn)

$$DR_L = frame\ \ rate * number\ \ of\ bits\ per\ frame$$
$$= frame\ \ rate * Fn$$

عدد البتات في كل إطار

$$number\ \ of\ bits\ per\ frame = Fn = \frac{DR_L}{frame\ rate}$$

عدد الشقوق في كل إطار

$$number\ \ of\ \mathrm{slots} = Sn = \frac{Number\ of\ bits\ per\ \mathrm{frame}}{buffer\ \ size} = \frac{\mathrm{Fn}}{\mathrm{Bn}}$$

الفترة الزمنية لشق واحد (slot interval δ_S)

$$slot\ interval = \delta_S = \frac{frame\ interval}{number\ of\ slots\ per\ frame} = \frac{\delta_F}{Sn}$$

مثال 8 :

لدينا ثلاث إشارات رقمية معدل سريان البيانات لها كالتالي

DR1=16000 bps, DR2 = 32000 bps, and DR3 = 16000 bps

ومعدل المسح (scan rate) = 4 KHz. احسب

1) معدل سريان الإشارة المركبة (DR_C)
2) أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال (DR_L)
3) الفترة الزمنية لإرسال البت الواحد (bit interval δ_B) بعد المزج
4) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)
5) الفترة الزمنية لإطار واحد (frame interval δ_F)
6) عدد البتات في كل إطار (Fn)
7) بفرض أن كل شق يأخذ 4 bits (buffer size = Bn= 4 bits) . أوجد عدد slots في كل إطار (Sn) . أوجد الفترة الزمنية لشق واحد (slot interval δ_S). ارسم توزيع slots داخل كل إطار على مصادر البيانات
8) بفرض أن كل شق يأخذ 2 bits (buffer size = Bn= 2 bits) . أوجد عدد slots في طل إطار (Sn). أوجد الفترة الزمنية لشق واحد (slot interval δ_S). ارسم توزيع slots داخل كل إطار على مصادر البيانات

الحل:

1) معدل سريان الإشارة المركبة = مجموع معدل سريان البيانات للإشارات

$$DR_C = \sum_1^3 DR_S = 16000 + 32000 + 16000 = 64000\,bps$$

2) أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال

$DR_L \geq DR_C$

$\geq 6400\,bps$

أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال =64000 bps

3) الفترة الزمنية لإرسال البت الواحد (bit interval δ_B) بعد المزج

$$bit\ interval = \delta_B = \frac{1}{DR_C} = \frac{1}{64000}\sec = \frac{10^6}{64000} = 15.645\ \mu\sec$$

4) عدد الإطارات في الثانية = frame rate = معدل المسح =

$$frame\ \ rate = scan\ \ rate = 4000\,frames/\sec$$

5) الفترة الزمنية لإطار واحد (frame interval δ_F)

$$frame\ interval = \delta_F = \frac{1}{frame\ rate} = \frac{1}{4000}\sec = \frac{10^3}{4000} = 0.25\ m\sec$$

6) عدد البتات في كل إطار = معدل سريان البيانات للإشارة المركبة / عدد الإطارات في الثانية

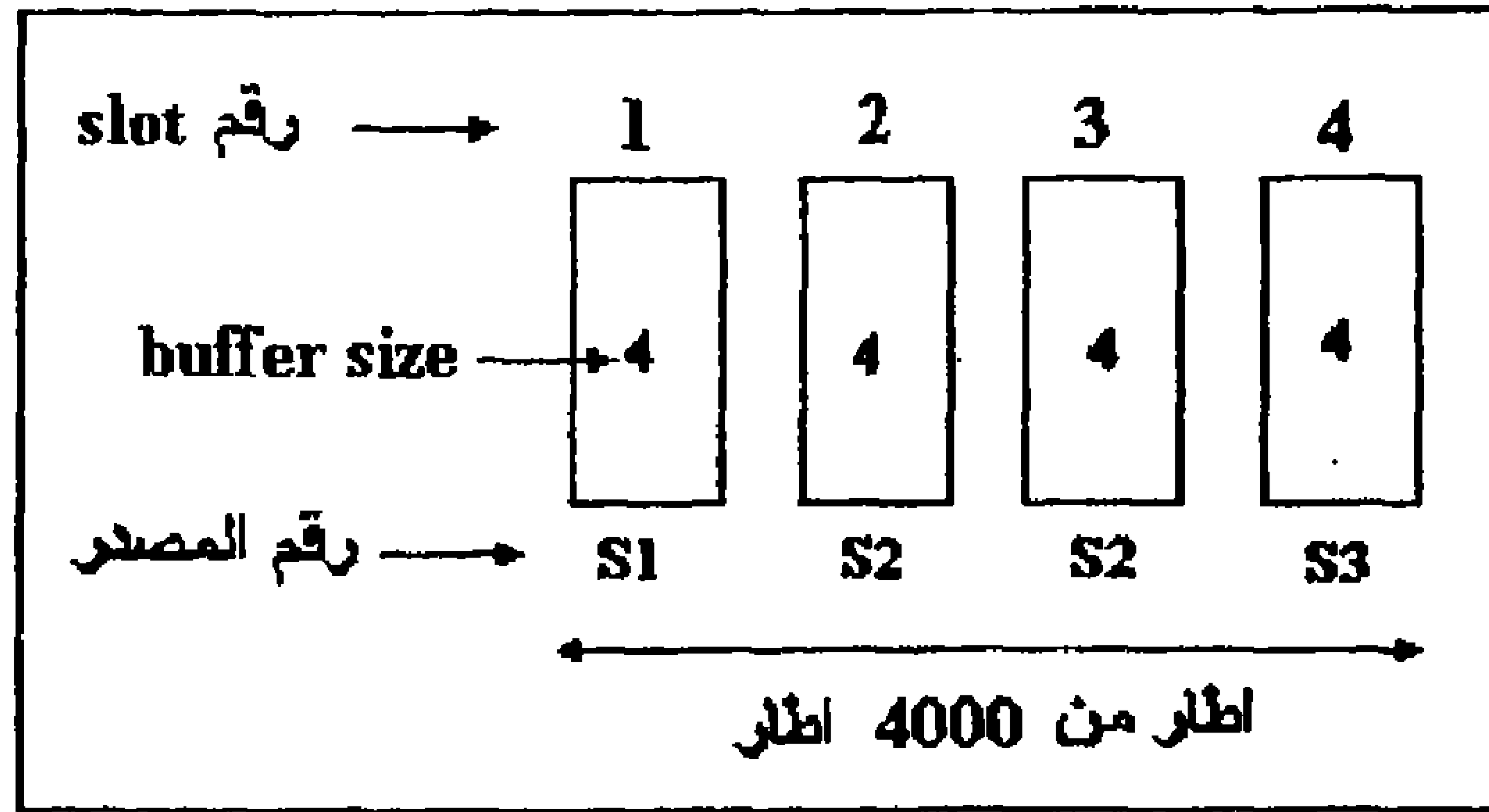
$$number\ \ of\ bits\ per\ frame = Fn = \frac{DR_L}{frame\ rate} = \frac{64000}{4000} = 16\,bits$$

7) عدد slots في كل إطار (Sn) = عدد البت لكل إطار(Fn) / (Bn) buffer size

$$number\ \ of\ \text{slots} = Sn = \frac{Number\ of\ bits\ per\ \text{frame}}{buffer\ \ size} = \frac{\text{Fn}}{\text{Bn}} = \frac{16}{4} = 4\ slots$$

الفترة الزمنية لشِق واحد (slot interval δ_S)

$$slot\ interval = \delta_S = \frac{frame\ interval}{number\ of\ slots\ per\ frame} = \frac{\delta_F}{Sn} = \frac{0.25\ m\sec}{4} = 62.5\ \mu\sec$$



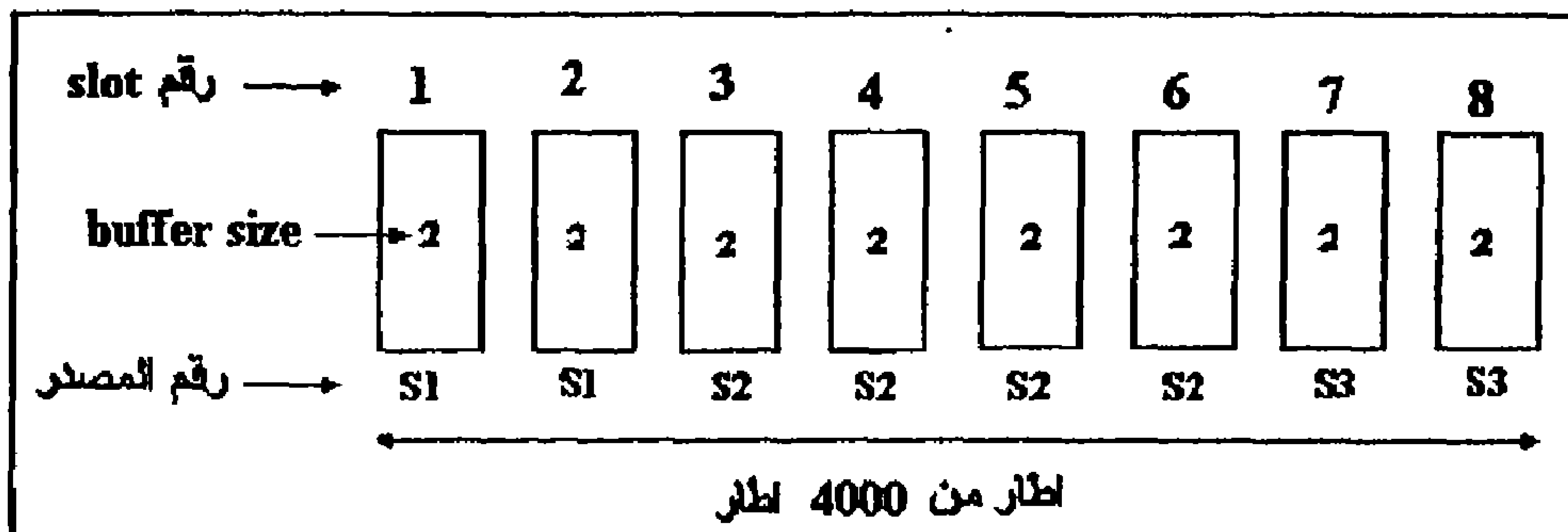
توزيع slots داخل كل إطار على مصادر البيانات

8) عدد slots في كل إطار (Sn) = عدد البت لكل إطار (Fn) / buffer size (Bn)

$$number\ \ of\ \text{slots} = Sn = \frac{Number\ of\ bits\ per\ \text{frame}}{buffer\ \ size} = \frac{\text{Fn}}{\text{Bn}} = \frac{16}{2} = 8\ slots$$

الفترة الزمنية لشق واحد (slot interval δ_S)

$$slot\,\text{interval} = \delta_S = \frac{frame\,\text{interval}}{number\,of\ slots\,per\ frame} = \frac{\delta_F}{Sn} = \frac{0.25\,m\text{sec}}{8} = 31.25\,\mu\text{sec}$$



توزيع slots داخل كل إطار على مصادر البيانات

مثال 9 :

بفرض وجود 11 مصدر للإشارات الرقمية و معدل سريان البيانات الخاص بكل منهم هو :

DR1 = 16000 bps

DR2 = 32000 bps

DR3 = 16000 bps

DR4 – DR11 (8 sources) = 8000 bps

بفرض أن buffer size = 2 bits وأن معدل المسح (scan rate) يساوى 4000

أحسب:

1) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة DR_C

2) أقل معدل سريان لقناة الإرسال DR_T

3) عدد الإطارات في الثانية الواحدة Frame rate

4) عدد البتات في كل إطار

5) عدد slots

6) بين بالرسم توزيع slots داخل الإطار الواحد على مصادر البيانات

الحل:

1) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة DR_C :

$$DR_C = \sum_1^{11} DR_S = 16000 + 32000 + 16000 + 8 * 8000 = 128000\, bps$$

2) أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال

$$DR_L \geq DR_C$$
$$\geq 128000\, bps$$

أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال =128000 bps

3) عدد الإطارات في الثانية =frame rate = معدل المسح

$$frame\ \ rate = scan\ \ rate = 4000\, frames/\sec$$

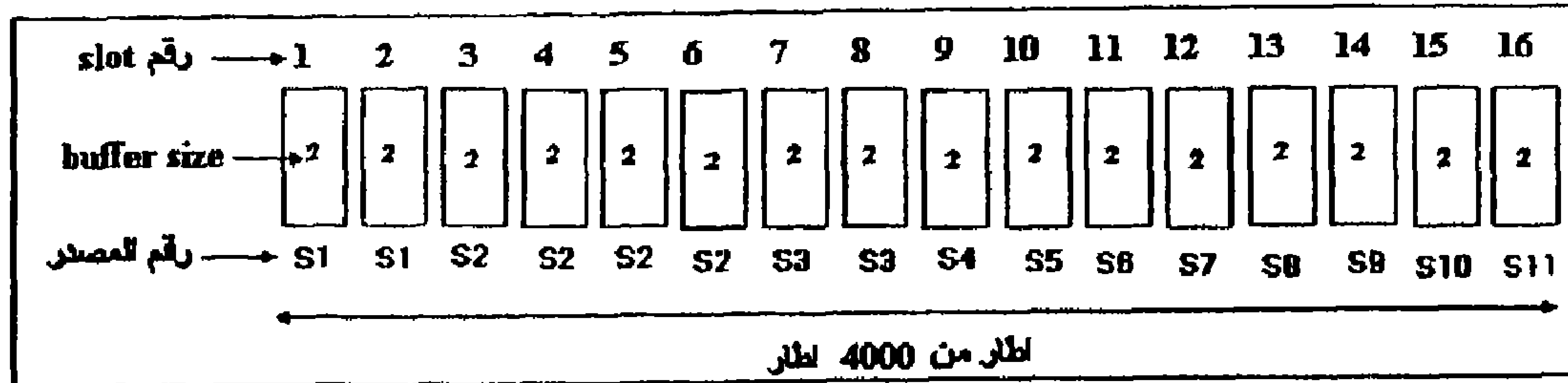
4) عدد البتات في كل إطار = معدل سريان البيانات للإشارة المركبة / عدد الإطارات في الثانية

$$number\ \ of\ bits\ per\ frame = Fn = \frac{DR_L}{frame\ rate} = \frac{128000}{4000} = 32\,bits$$

5) عدد slots في كل إطار (Sn) = عدد البت لكل إطار (Fn) / buffer size (Bn)

$$number\ \ of\ \text{slots} = Sn = \frac{Number\ of\ bits\ per\ \text{frame}}{buffer\ \ size} = \frac{\text{Fn}}{\text{Bn}} = \frac{32}{2} = 16\,slots$$

6) توزيع slots داخل الإطار الواحد على مصادر البيانات



مثال 10 :

باستخدام تقنية المزج الزمني(TDM) أشرح كيف يمكن مزج :

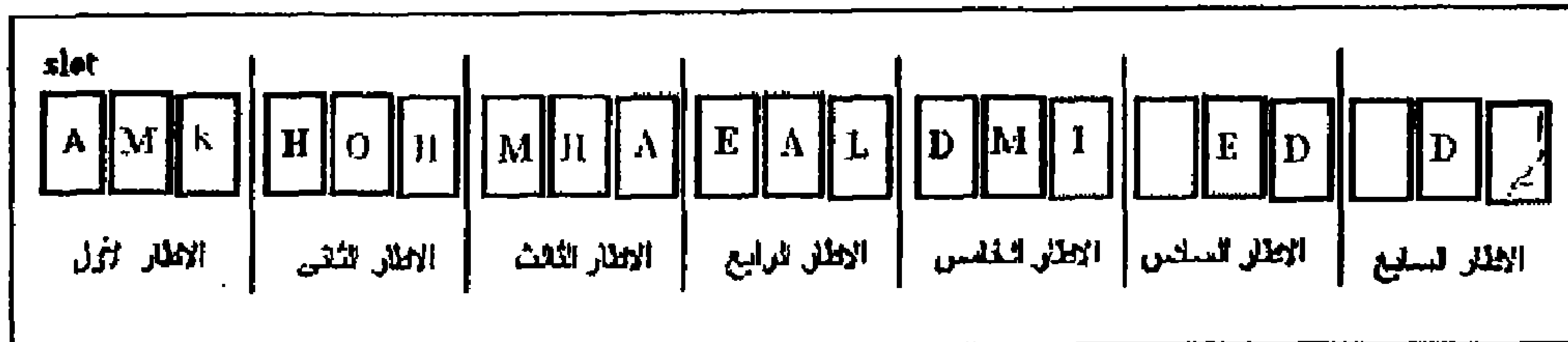
1) الكلمات AHMED MOHAMED and KHALID

2) البيانات الرقمية (1011) (0011) and (1111)

الحل:

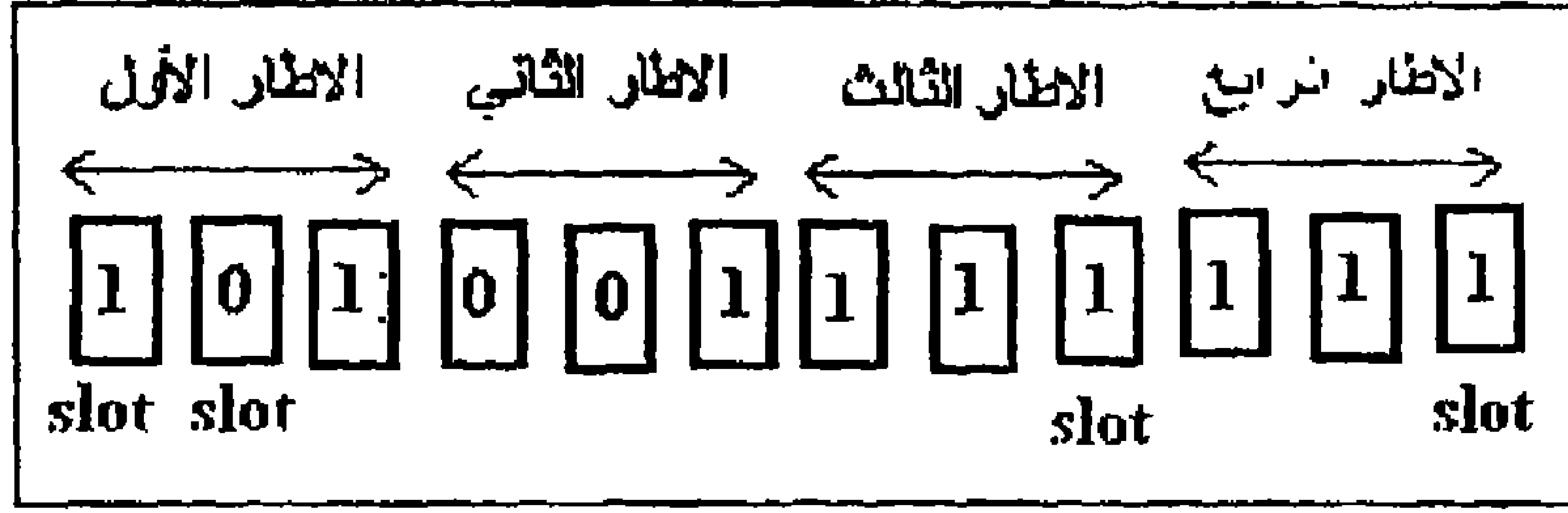
1) عدد الإطارات (frames) يساوي عدد أحرف أطول رسالة = 7 إطارات (عدد أحرف كلمة MOHAMED)

عدد الشقوق (slots) في كل إطار يساوي عدد المصادر (الرسائل) = 3 شقوق



2) عدد الإطارات (frames) يساوي عدد البتات أطول رسالة = 4 إطارات (عدد البتات في كل رسالة)

عدد الشقوق (slots) في كل إطار يساوي عدد المصادر (الرسائل) = 3 شقوق



مثال 11 :

أربعة إشارات رقمية كل واحدة لها DR=1 Kpbs . يتم إرسال بت واحد مع كل slot . أوجد باستخدام تقنية TDM

1) فترة البت الواحد قبل عملية المزج (δ_B)
2) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة (DR_C)
3) فترة البت الواحد بعد المزج (δ_B)
4) معدل سريان البيانات للرابط المستخدم في المزج (DR_L)
5) عدد الشقوق في كل إطار (Sn)
6) عدد البتات في كل إطار (Fn)
7) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)
8) فترة الشق الزمني (δ_S)
9) فترة الإطار الواحد (δ_F)

الحل:

1) فترة البت الواحد قبل عملية المزج (δ_B)

$$\delta_B = \frac{1}{DR_S} = \frac{1}{1*1000}\sec = 1\,m\sec$$

2) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة (DR_C)

$$DR_C = \sum_1^4 DR_S = 4*1000 = 4000\,bps$$

3) فترة البت الواحد بعد المزج (δ_B)

$$\delta_B = \frac{1}{DR_C} = \frac{1}{4000}\sec = 0.25\, m\sec$$

4) أقل معدل سريان البيانات للرابط المستخدم في المزج (DR_L)

$$DR_L \geq DR_C$$
$$\geq 4000\, bps$$

أقل معدل سريان البيانات للرابط المستخدم في المزج =4000 bps

5) عدد الشقوق في كل إطار (Sn) = 4 شقوق حيث أنه يوجد أربعة مصادر

6) فترة الشق الزمني (δ_S) = فترة البت الواحد بعد المزج =

$$\delta_S = \delta_S = 0.25\, m\sec$$

حيث أن كل شق يحتوي على بت واحد

7) عدد البتات في كل إطار (Fn) = 4 bits حيث أن الإطار الواحد يحتوي على أربعة شقوق وكل شق يحتوي على بت واحد

8) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate) = خارج قسمة معدل سريان البيانات للإشارة المركبة على عدد البتات في الإطار الواحد =

$$frame\ \ rate = \frac{DR_C}{Fn} = \frac{4000}{4} = 1000\, frames/\sec$$

9) فترة الإطار الواحد (δ_F)

$$frame\ interval = \delta_F = \frac{1}{frame\ rate} = \frac{1}{1000}\sec = 1\, m\sec$$

مثال 12 :

أربع قنوات يتم مزجهم باستخدام تقنية TDM . إذا كان كل قناة ترسل 100 bytes /sec ويتم أخذ 1 byte من كل قناة . أوجد

1) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)

2) فترة الإطار (δ_F)
3) عدد البتات في كل إطار (Fn)
4) معدل سريان البيانات للرابط المستخدم (DR_L)
5) وضح بالرسم عملية المزج

الحل:

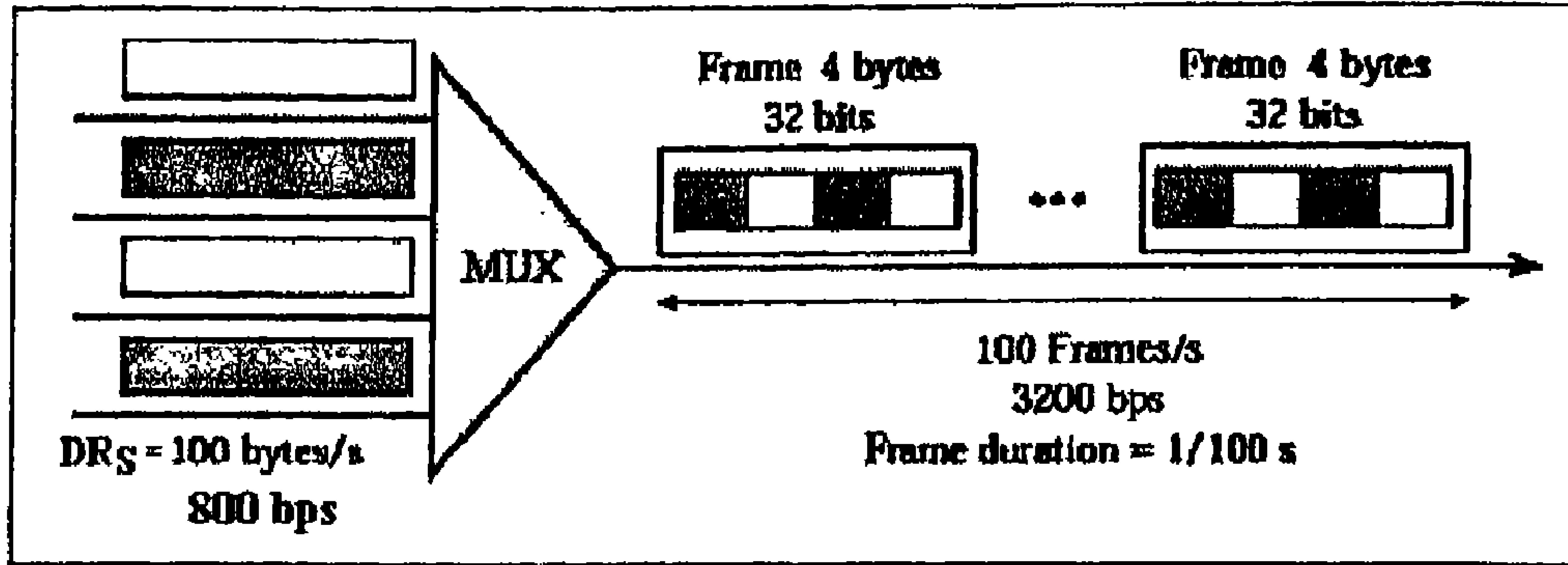
1) حيث أن كل قناة ترسل 100 bytes في كل ثانية ويتم أخذ 1 byte من كل إشارة في كل إطار وبالتالي يكون عدد الإطارات في الثانية = frame rate = 100 إطار في كل ثانية
2) فترة الإطار (δ_F)

$$frame\ interval = \delta_F = \frac{1}{frame\ rate} = \frac{1}{100}\sec = 10\,m\sec$$

3) حيث أنه يتم أخذ one byte من كل مصدر في one slot ونظرا لوجود 4 مصادر وبالتالي فان كل إطار يحتوي على four slots وحيث أن كل slot يحتوي على one byte (8 bits) فان كل إطار يحتوي على four bytes (32 bits)
4) معدل سريان البيانات للرابط المستخدم

حيث أننا لدين 100 إطار في الثانية الواحدة وكل إطار يحتوي على 32 bits فيكون إجمالي عدد البتات في الثانية الواحدة = 100 * 32= 3200 bps وهو ما يساوي معدل سريان البيانات للإشارة (DR_C) المركبة ويكون أقل معدل سريان البيانات للرابط المستخدم (DR_L)

5) عملية المزج



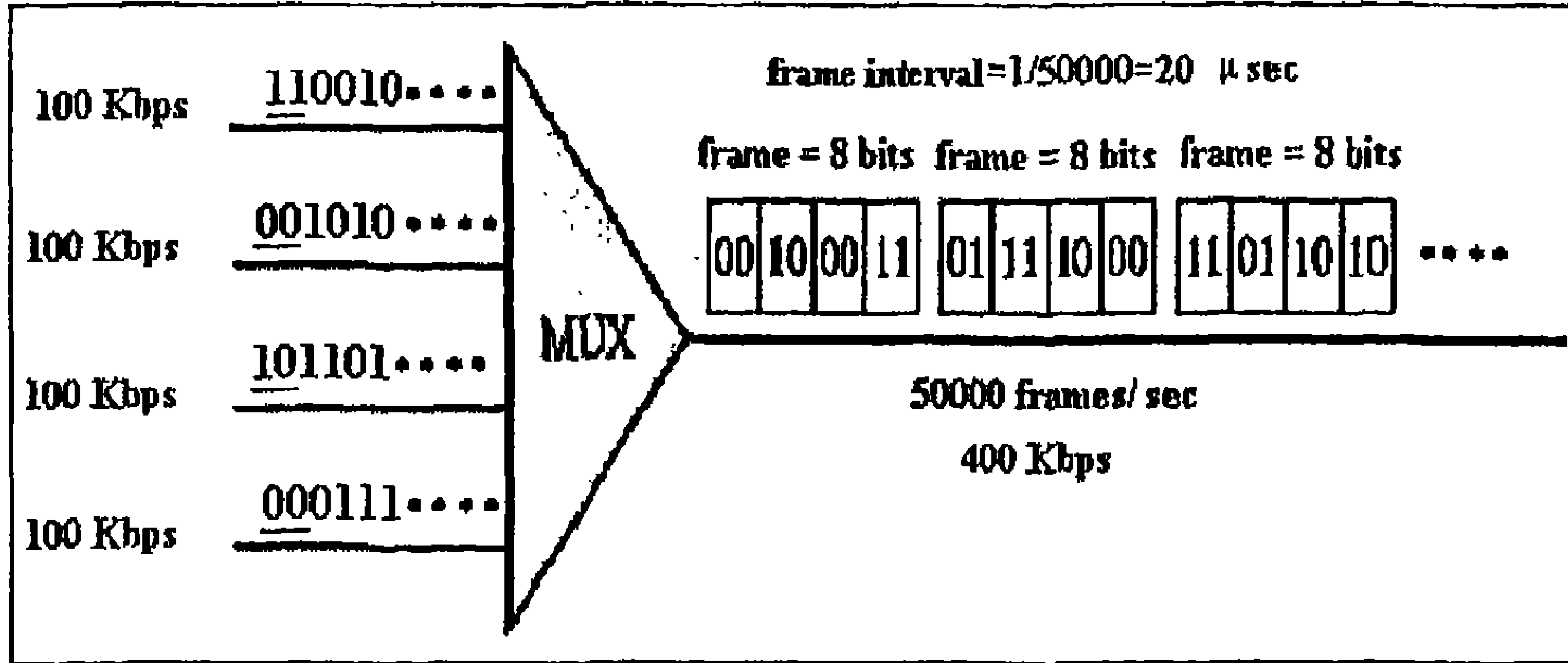
مثال 13:

مازج يجمع أربع مصادر رقمية (DRs=100 Kbps) بحيث أن كل slot يحتوي على 2 bits .

1) وضح بالرسم إشارة الخرج (الإشارة المركبة).
2) عدد bits في كل إطار (Fn)
3) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة DR_C :
4) أوجد عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate) .
5) أوجد فترة الإطار (δ_F)
6) أوجد فترة slot الواحد (δ_S)
7) أوجد فترة bit لكل مصدر قبل المزج

الحل:

1) أشارة الخرج (الإشارة المركبة)



2) عدد bits في كل إطار = عدد المصادر * عدد bits في كل slot = 4 * 2 = 8 bits

3) معد سريان البيانات للإشارة المركبة DR_C :

$$DR_C = \sum_1^4 DR_S = 4*100*10^3 = 400\ Kbps$$

4) عدد الإطارات في الثانية (frame rate)

بفرض أن معدل سريان البيانات للرابط يساوي معدل سريان البيانات للإشارة المركبة

معدل سريان البيانات لوسط الإرسال = عدد الإطارات في الثانية x عدد البتات في كل إطار(Fn)

$$DR_L = frame\ \ rate * number\ \ of\ bits\ per\ frame$$
$$= frame\ \ rate * Fn$$

عدد الإطارات في الثانية (frame rate)

$$frame\ \ rate = \frac{DR_L}{number\ \ of\ bits\ per\ frame} = \frac{DR_L}{Fn} = \frac{400000}{8} = 50000\ \text{frames/s}$$

5) فترة الإطار (δ_F)

$$frame\ interval = \delta_F = \frac{1}{frame\ rate} = \frac{1}{50000}\sec = 20\mu\sec$$

6) فترة slot الواحد (δ_S)

حيث أن الإطار الواحد يحتوي على 4 slots

$$slot\ interval = \delta_S = \frac{\delta_F}{4} = \frac{20}{4}\sec = 5\mu\sec$$

7) فترة bit لكل مصدر قبل المزج

معدل سريان البيانات لكل مصدر = DR_S = 100 kbps

$$bit\ interval = \delta_B = \frac{1}{DR_S} = \frac{1}{100000}\sec = \frac{10^6}{100000} = 10\ \mu\sec$$

مثال14 :

لدينا أربع مصادر للإشارات الرقمية كل مصدر يقوم بإنتاج 250 حرف في الثانية. أوجد باستخدام تقنية TDM

1) معدل سريان البيانات لكل مصدر (DR_S)
2) فترة الحرف الواحد لكل مصدر (δ_{CHAR})
3) معدل سريان البيانات للرابط (DR_L)
4) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)
5) فترة كل إطار (δ_F)
6) عدد bits في كل إطار (Fn)
7) فترة الشق الواحد (δ_S)
8) وضح بالرسم إشارة الخرج (الإشارة المركبة).

الحل:

1) معدل سريان البيانات لكل مصدر (DR_S)

حيث أن الحرف الواحد يتكون من 8 bits (7-bit ASCII code + parity bit) فان

DR_S = (8*250) = 2000 bps = 2 Kbps.

2) فترة الحرف الواحد لكل مصدر (δ_{CHAR})

حيث أن كل مصدر يرسل 250 حرف في الثانية الواحدة فان

δ_{CHAR} = 1/250 sec = 4 m sec.

3) معدل سريان البيانات للرابط (DR_L)

$$DR_L \geq \sum_1^4 DR_S \geq 2000 * 4 \geq 8000\, bps$$

or $DR_L \geq \sum_1^4 DR_S \geq 250 * 4 \geq 1000$ character/sec

4) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)

حيث أنه يتم إرسال حرف من كل مصدر في كل إطار وحيث كل مصدر يقوم بإرسال 250 حرف في الثانية فان

$$frame\ \ rate = 250\ frames/\sec$$

5) فترة كل إطار (δ_F)

$$frame\ interval = \delta_F = \frac{1}{frame\ rate} = \frac{1}{250}\sec = 4\ m\sec$$

6) عدد bits في كل إطار (Fn)

حيث أن كل إطار يحتوي على حرف من كل مصدر وحيث أن يوجد أربعة مصادر فان كل إطار يحتوي على 4 أحرف وكل حرف يحتوي على 8 bits فان

Fn = 4 * 8 = 32 bits.

يمكن حساب عدد bits من المعادلة التالية

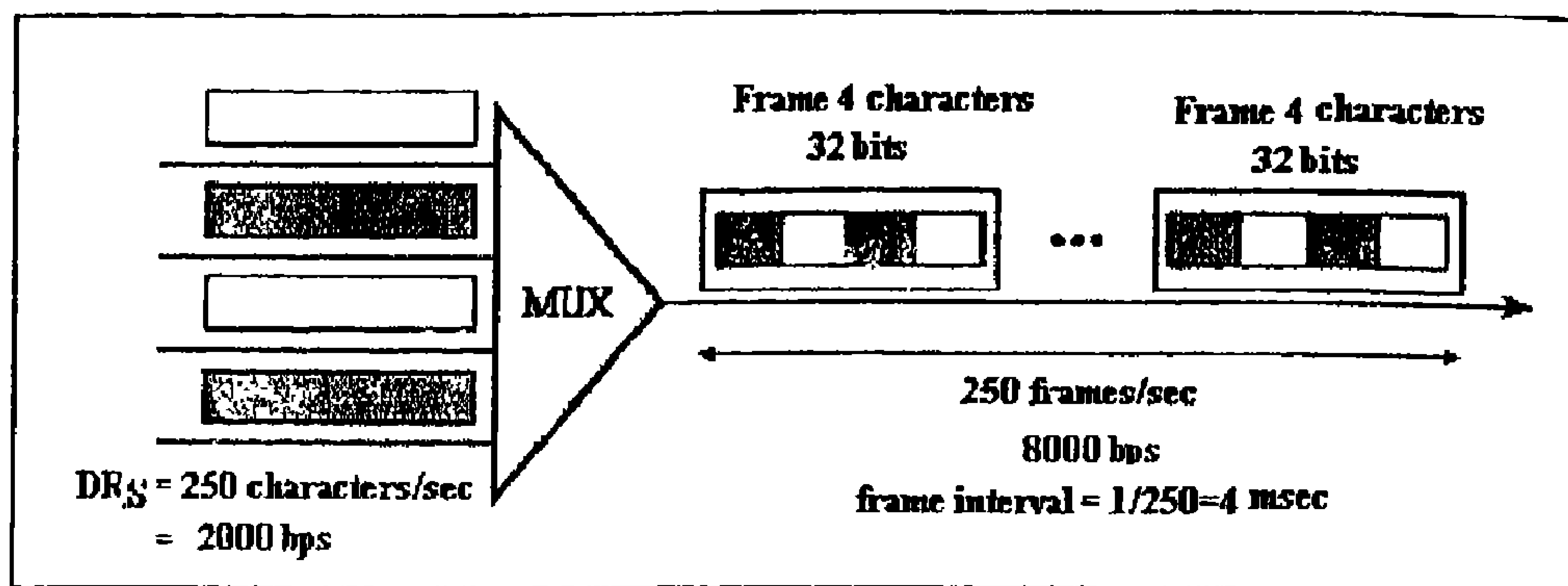
$$number\ \ of\ bits\ per\ frame = Fn = \frac{DR_L}{frame\ rate} = \frac{8000}{250} = 32\ bits$$

7) فترة الشق الواحد (δ_S)

حيث أن كل إطار يحتوي على أربعة شقوق بواقع شق لكل مصدر فان فترة الشق الواحد تساوي

$$slot\ interval = \delta_S = \frac{frame\ interval}{4} = \frac{\delta_F}{4} = \frac{4\ m\sec}{4} = 1\ m\sec$$

8) إشارة الخرج (الإشارة المركبة).



4.5) خط الاشتراك الرقمي

DIGITAL SUBSCRIBER LINE (DSL)

تقنية DSL هي أحد التقنيات الحديثة التي تستخدم عمليات المزج وفك المزج والتكيف (multiplexing, demultiplexing and modulation). تستخدم هذه التقنية في شبكات الاتصالات التليفونية telecommunication مثل خطوط التليفون الحلقية المحلية (local loop telephone line) التي تستخدم في نقل البيانات والصوت والصورة والوسائط المتعددة بسرعات عالية. DSL هي عائلة من التقنيات (family of technologies) سنخص بالذكر هنا خمس تقنيات هم: ADSL, RADSL, HDSL, VDSL, SDSL

ADSL (4.5.1

تنصب شركات التلفونات شبكات رقمية عالية السرعة لأجراء الاتصال بين المكاتب الرئيسية (central offices) . الربط بين المشتركين (subscriber) والشبكة يكون من خلال خطوط نقل متصلة (local loop). التحدي القائم الآن هو كيف يمكن جعل هذه الخطوط رقمية (digital subscriber lines) من غير إحداث تغير في local loop الحالية التي تستخدم كابلات الأزواج الملتفة بمدي ترددي 1 MHz أو أكثر.

ADSL (Asymmetrical digital subscriber line) هي خطوط غير متماثلة والذي يعني أنها تعمل على سرعات للبيانات (higher bit rates) في اتجاه

downstream (من مكتب التليفونات المركزي إلى موقع المشتركين) أعلى من سرعات للبيانات في اتجاه upstream (من موقع المشتركين إلى مكتب التليفونات الرئيسي) وهذا هو ما يريده المشتركين حيث يمكنهم هذا من استقبال (download) ملفات بأحجام عالية و بسرعة عالية من الانترنت وإرسال ملفات أو رسائل صغيرة بسرعات منخفضة.

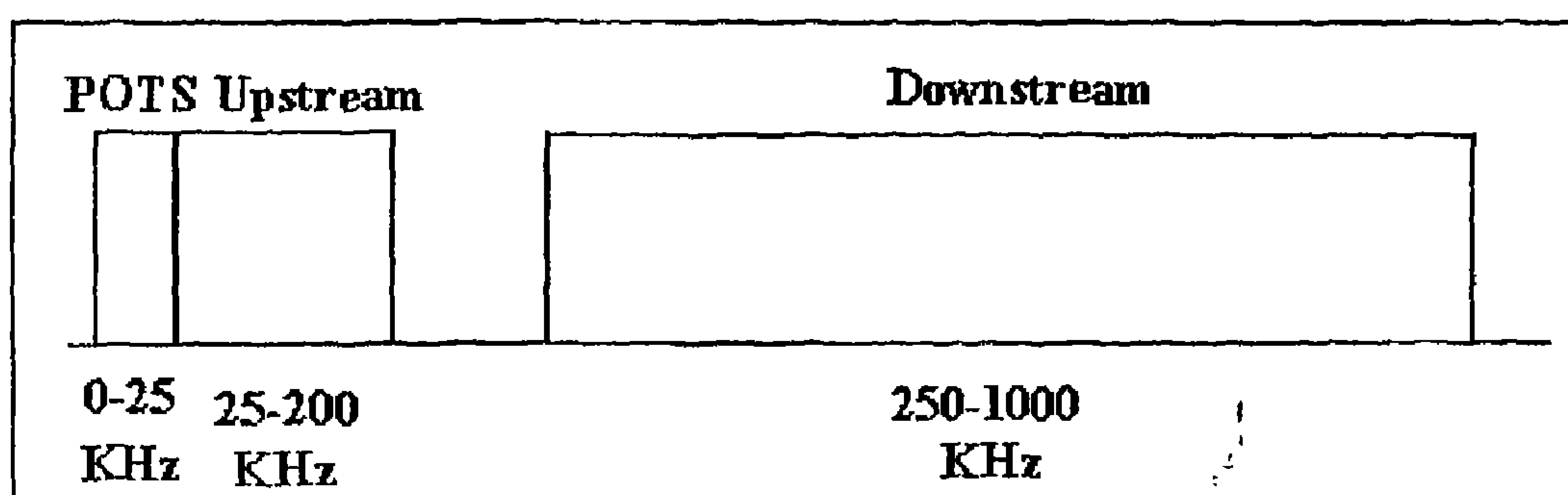
ADSL قسمت حيز الترددات الخاص بكابلات الأزواج الملتفة إلى ثلاث مجالات:

المجال الأول من 0 to 25 KHz : يستخدم في خدمة التليفون العادية (plain old telephone service or POTS) . هذه الخدمة تستخدم 4 KHz من هذا المجال والباقي يستخدم كمناطق فصل ترددي لفصل القناة الصوتية عن قنوات البيانات

المجال الثاني من 25 KHz to 200 KHz : يستخدم في الاتصالات upstream

المجال الثالث من 250 KHz to 1 MHz : يستخدم في الاتصالات downstream

الشكل رقم 30 يوضح هذه المجالات الثلاثة



شكل 30: مجالات ADSL

تقنيات التكيف modulation

تستخدم خطوط ADSL تقنيات التكيف :

1) تقنية التكيف السعوي الطوري بدون موجه حاملة

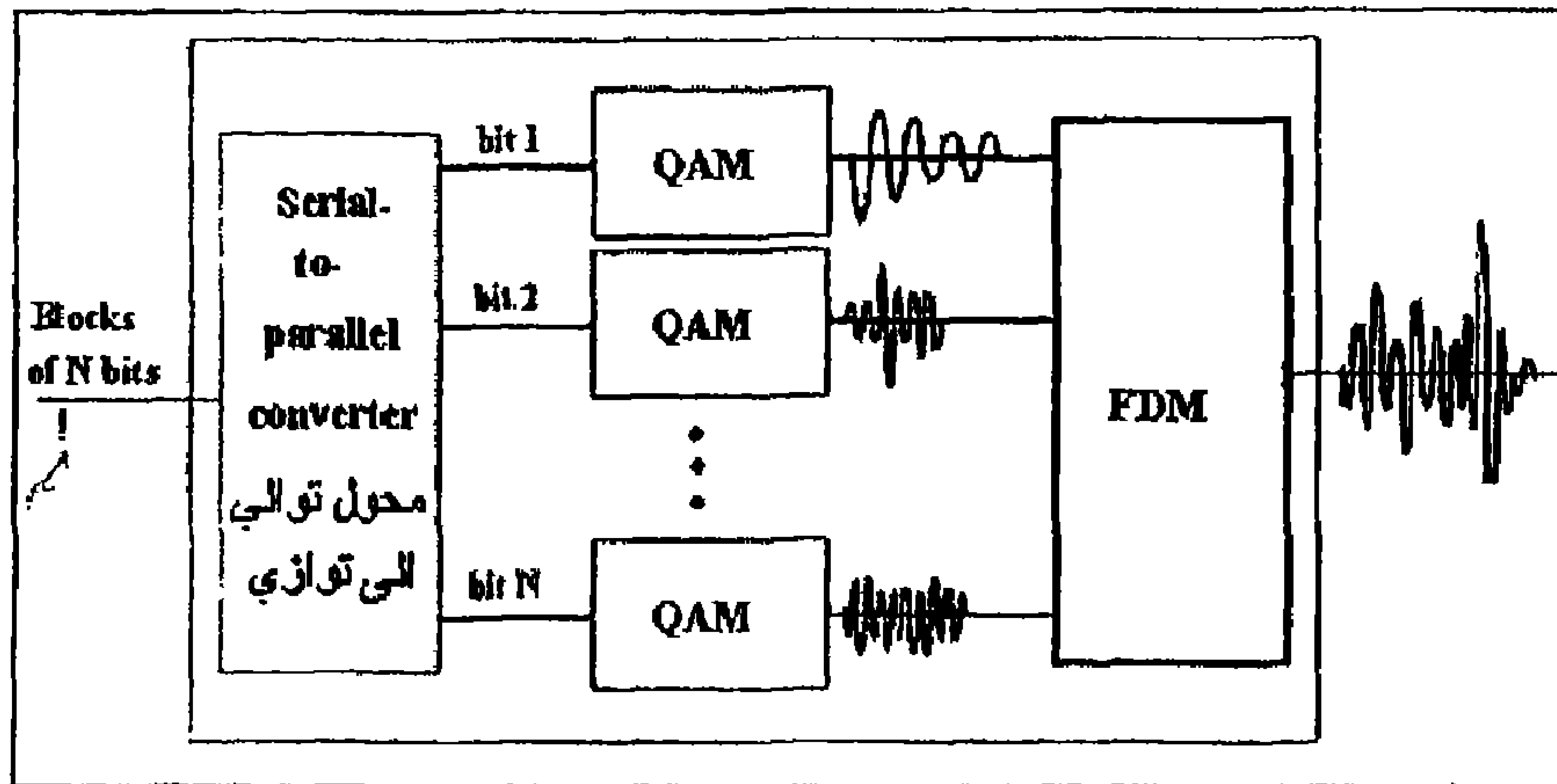
Carrier-less amplitude/Phase (CAP)

هذه التقنية مشابهه لتقنية QAM ولكن الفارق الوحيد هو عدم استخدام الموجه الحاملة (carrier signal) . هذه التقنية أكثر تعقيدا من تقنية QAM كما أنها ليست موحدة (not standardized)

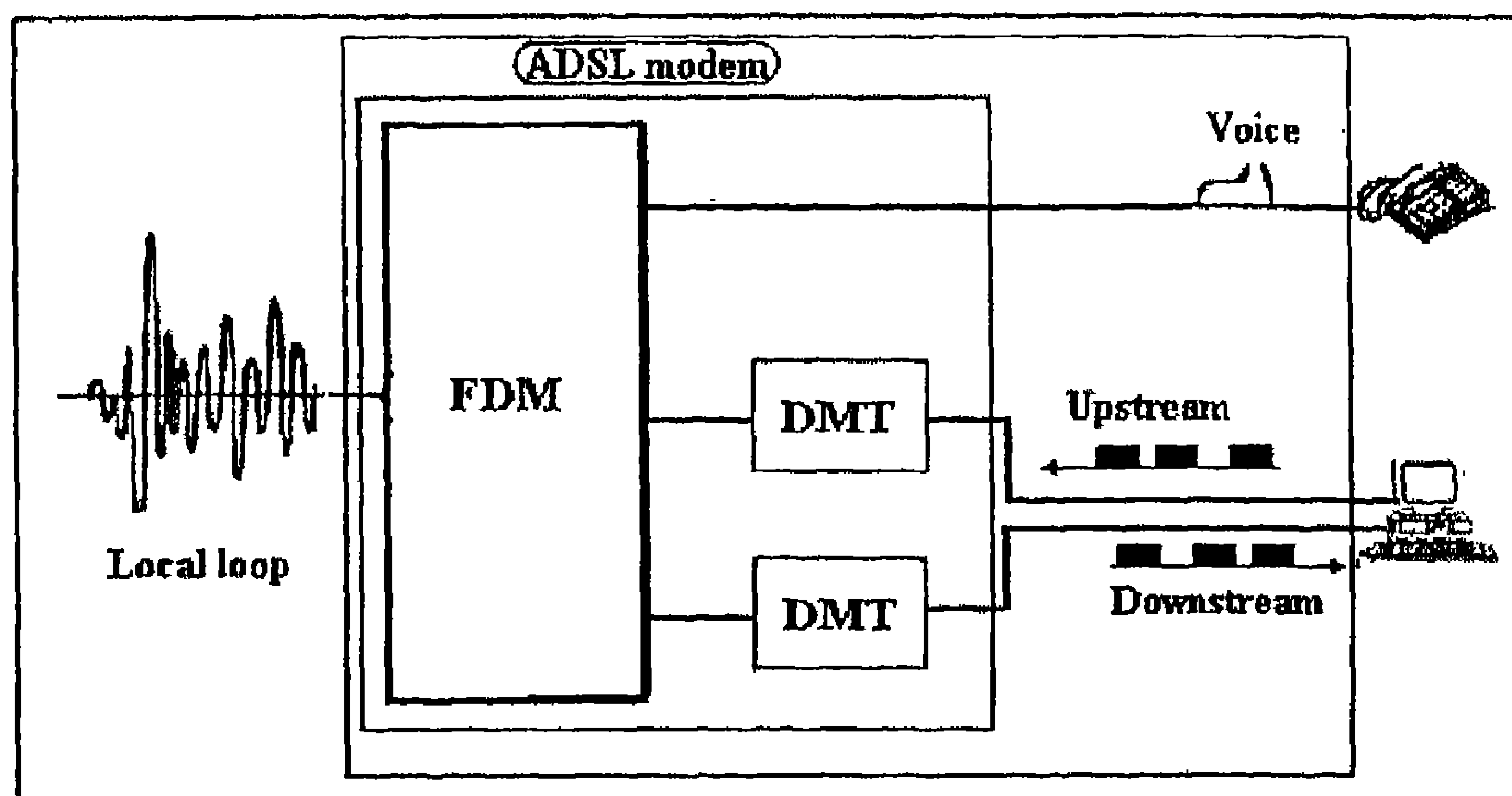
2) تقنية التكيف ذو النغمات المتعددة المتقطعة

Discrete multi-tone (DMT)

في هذه التقنية يتم تجميع كل من تقنيتي QAM and FDM حيث يتم تقسيم المدى الترددي المتاح في كل اتجاه إلى قنوات مداها 4 KHz وكل قناة لها الموجه الحاملة الخاصة بها. الشكل رقم 31 يوضح مفهوم تقنية DMT مع عدد N من القنوات. الشكل رقم 32 يوضح عمل ADSL modem. البتات المتولدة بواسطة المصدر (source) تمر خلال محول توالي إلى توازى (serial-to-parallel converter) حيث يتم تقسيم N-bits من المجاميع (blocks of N bits) إلى عدد N من المسارات المتوازية. كل مسار يحتوي على one bit . الإشارات QAM المتولدة من كل مسار يتم مزجها ترددیا (FDM) معا للحصول على الإشارة المركبة



شكل رقم 31: تقنية DMT



شكل 32 : ADSL modem

(Rate adaptive asymmetrical digital subscriber (RADSL) (4.5.2

تعتمد هذه التقنية على تقنية ADSL حيث أنها تسمح بتغير سرعة البيانات اعتمادا على نوع الاتصال (type of communication) : صوت -بيانات - وسائط متعددة ... وهكذا. تغير السرعات ربما يوظف للمشترك بناء على رغبته في تحديد المدى الترددي. RADSL تكون نافعة (beneficial) للمشترك لأن التكلفة في هذه الحالة يعتمد على سرعة البيانات التي يحتاجها

High bit rate digital subscriber line(HDSL) (4.5.3

هذا النوع يستخدم تقنية التشفير 2B1q التي تكون أقل عرضة للتوهن . تعمل هذه التقنية على سرعة تصل إلى 2 Mbps بدون وجود repeater حتى مسافة 3.6 Km. هذه التقنية تستخدم كابلات الأزواج الملتفة لتحقيق full-duplex transmission

Symmetrical digital subscriber line (SDSL) (4.5.4

هذه التقنية مثل تقنية HDSL ولكنها تستخدم single twisted pair cable لتحقيق نفس سرعات HDSL

Very high bit rate subscriber line (VDSL) (4.5.5

هذه التقنية تعتبر alternative approach حيث أنه مماثل ADSL ويستخدم الألياف الضوئية أو الكابلات المحورية أو كابلات الأزواج الملتفة لمسافات صغيرة (from 300 m to 1800 m). تقنية التكيف (modulating technique) المستخدمة هي DMT مع سرعة بيانات من 50 Mbps إلى 55 Mbps في downstream و من 1.5 Mbps إلى 2.5 Mbps في upstream

EXERCISES

1) اشرح كيف يتم مزج 8 مصادر للإشارات إذا كان المدى الترددي (signal bandwidth) لكل مصدر يساوي 400 Hz

2) بفرض أنه لدينا أربعة قنوات (إشارات) صوتية المدى الترددي (bandwidth) لكل واحدة منها يساوي 5 KHz. اشرح (في المجال الترددي (frequency domain كيف يتم مزج هذه القنوات الأربعة على رابط واحد له مدى ترددي 50 KHz (من 20 KHz إلى 70 KHz) في الحالتين التاليتين

a) عدم وجود مناطق فصل ترددي

b) وجود مناطق فصل ترددي مقدار كل منها يساوي 2 KHz

أوجد تردد الموجه الحاملة لكل قناة (إشارة)

3) اشرح كيف يمكن مزج البيانات التالية

a) الكلمات Data Communication and Networking

b) (1100) (10010) and (010101).

4) يتم مزج 5 قنوات رقمية بمعدل سريان البيانات (data rate) لكل منها Kbps .
أوجد :

a) فترة one bit (duration of one bit) قبل المزج

b) معدل إرسال البيانات للرابط المستخدم (data rate of the transmission medium)

c) الفترة الزمنية للشق الزمني (duration of a time slot)

d) الفترة الزمنية للإطار (duration of the frame)

5) يتم مزج ثلاث قنوات باستخدام TDM. إذا كانت كل قناة ترسل 80 bytes في الثانية الواحدة ويتم مزج 2 byte من كل قناة. أوجد :

a) ارسم محتوى كل إطار

b) عدد البتات في إطار (size of the frame)

c) فترة الإطار

d) عدد الإطارات في الثانية (frame rate)

e) معدل إرسال البيانات للرابط المستخدم (data rate of the link)

6) ثلاث قنوات: الأولى لها معدل سريان (bit rate=800 Kbps).والثانية والثالثة كل منها له معدل سريان (data rate=180 Kbps).

a) اشرح كيف يمكن مزج هذه الإشارات

b) أوجد frame rate

c) أوجد frame duration

d) أوجد bit rate of the link

7) اختر الإجابة الصحيحة من بين العبارات التالية

a) إرسال بيانات من أكثر من مصدر على رابط واحد هي عملية

- modulation
- Encoding
- Line discipline
- multiplexing

b) أي من تقنيات المزج التالية تستخدم لمزج الإشارات المتصلة (analog signals)

- FDM
- TDM
- STDM
- None

c) أي من تقنيات المزج التالية تستخدم لمزج الإشارات الرقمية (digital signals)

- FDM
- TDM
- WDM
- None

d) أي من تقنيات المزج التالية تحمل كل إشارة على موجات حاملة (carrier waves) لها ترددات مختلفة

- TDM
- FDM
- STDM
- None
- All

e) تسمى الإشارة الأصلية بعد تحميلها على موجه حاملة

- Modulating signal
- Modulated signal

- Carrier signal
- None

f) تسمى الإشارة الأصلية قبل تحميلها على موجه حاملة

- Modulating signal
- Modulated signal
- Carrier signal
- None

g) أي من التالي يكون ضروريا لعملية المزج

- High-capacity data link
- Parallel transmission
- Modems
- None

h) تقنية المزج تشتمل على

- رابط واحد ومصدر واحد
- رابط واحد وعدة مصادر
- عدة روابط ومصدر واحد
- عدة روابط وعدة مصادر

i) في تقنية TDM . إذا كان لدينا عدد N من المصادر فان كل إطار يحتوي على الأقل...... slots

- N
- N+1
- N-1
- 0 to N

j) تستخدم TDM عندما تكون الإشارة

- Digital
- Analog
- Both
- None

k) في تقنية TDM . Transmission rate للرابط المستخدم يكون عادة........ مجموع transmission rates لجميع مصادر الإشارات المستخدمة

- Less than
- Grater than
- Equal to
- 1 less than

l) تستخدم FDM عندما تكون الإشارة

- Digital
- Analog
- Both
- None

m) في تقنية FDM . bandwidth للرابط المستخدم يكون عادة .... مجموع bandwidths لجميع مصادر الإشارات المستخدمة

- Less than
- Grater than
- Equal to
- 1 less than

8) لدينا ثلاث إشارات منطقية معدل سريان البيانات لها (Data rates) كالتالي 16000, 32000, and 16000 bps ومعدل المسح (Scan rate)= 4 KHz.

احسب

a) معدل سريان الإشارة المركبة

b) أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال

c) عدد الإطارات (Frames) المرسلة في الثانية الواحدة

d) عدد bits في كل إطار (Frame)

e) بفرض أن كل Slot يأخذ 4 bits (4-bit buffer) أوجد عدد slots في كل إطار

f) ارسم مخطط توزيع مصادر الإشارات على Slots في كل ثانية

9) بفرض وجود ثلاث مصادر للإشارات الرقمية وكل مصدر يقوم بإنتاج 200 حرف في الثانية الواحدة تم مزجهم وإرسالهم على رابط واحد وذلك من خلال إرسال حرف في كل شق. احسب التالي

a) نوع تقنية المزج المستخدمة

b) معدل سريان البيانات لكل مصدر

c) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة

d) أقل معدل سريان للبيانات للرابط المستخدم

e) فترة إرسال الحرف الواحد والبت الواحد قبل وبعد المزج

f) عدد الإطارات المرسلة في الثانية الواحدة (frame rate)

g) فترة الإطار الواحد (frame interval)

h) فترة الشق الواحد (slot interval)

10) اذكر الفارق بين التقنيات التالية

a) ADSL

b) RADSL

c) HDSL

d) SDSL

e) VDSL

الجزء الثاني
أساسيات الشبكات
PART : B
FUDAMENTALS OF NETWORKING

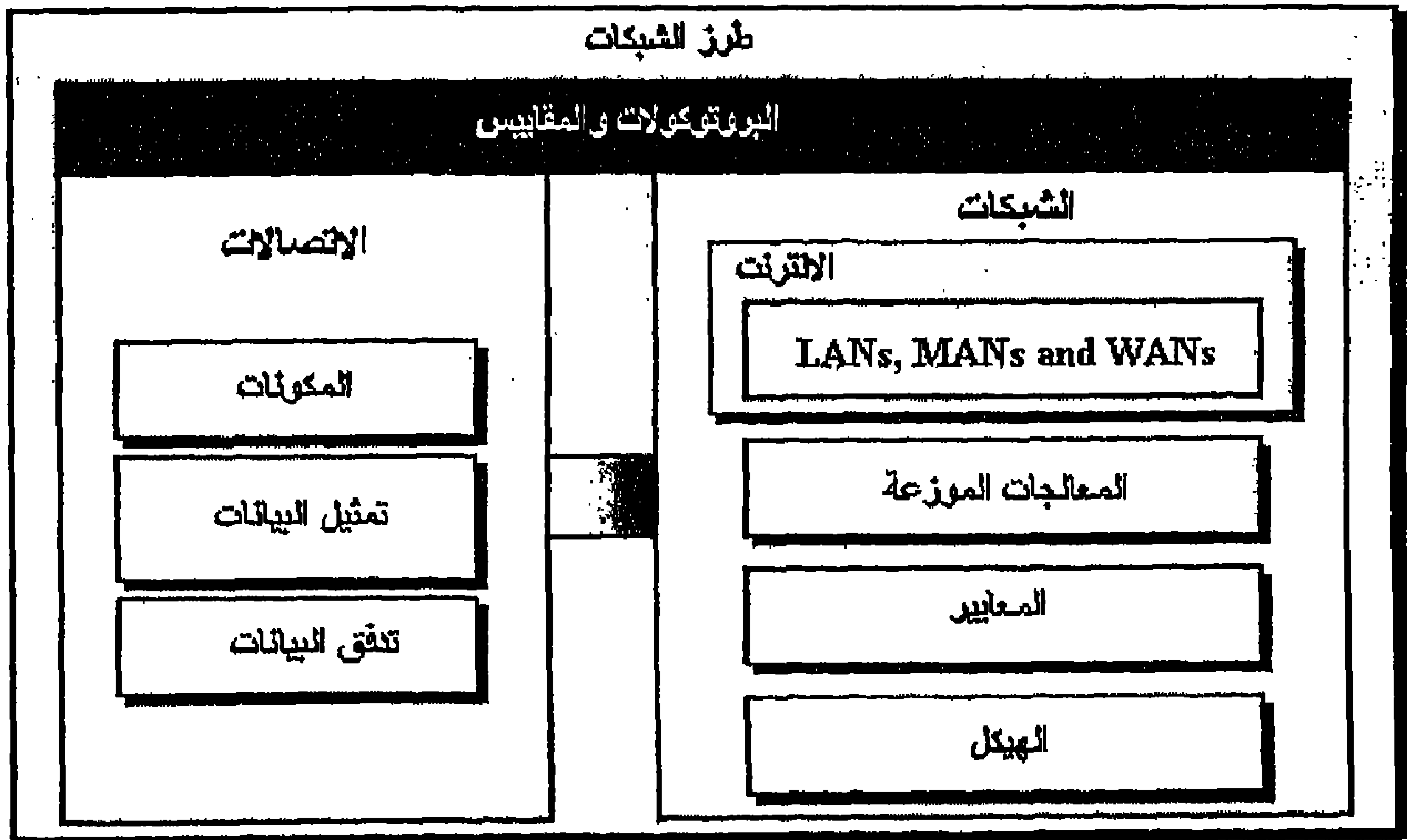
الفصل الخامس
المفاهيم الأساسية للشبكات
BASIC CONCEPTS OF NETWORKING

5.1) مقدمة

كان الإنسان على مر العصور بأمس الحاجة إلى التواصل بينه وبين من يحيط به من أفراد وجماعات، وكان سعيه إلى تأمين هذا التواصل سبباً في العديد من اختراعاته، فإشارات مورس وأجهزة الهاتف والراديو والتلفاز لم تكن إلا وسائل لزيادة تفاعل وتواصل الإنسان مع الأوساط المحيطة به أو البعيدة عنه، وحين جاءت ثورة تكنولوجيا المعلومات. كان عالم الحوسبة تجسيداً لحاجة الإنسان للتواصل. وبدأت أولى محاولات بناء التواصل عبر الشبكات المحلية (Local Area Network/LAN) في عام 1964م لتسهيل المعلومات والخدمات مع المحيط القريب، ولم تلبث أن توجهت التطورات إلى تأمين التواصل الشبكي مع مجموعات أكبر فظهرت الشبكات الواسعة WAN (Wide Area Network) في عام 1966م، وهنا كانت بداية رحلة جديدة في ثورة الشبكات التي لم تتوقف عند حد ما. وكان من أعظم نتائجها ظهور الإنترنت (

(Internet) التي اتسعت لتشمل أقطاب كوكبنا الصغير فأحالته قرية صغيرة، ليرى ويسمع ويتبادل أفرادها معارفهم ومعلوماتهم بسهولة لم يسبق لها مثيل. ومن المؤكد أن آمال القائمين على تطوير الشبكات لم تتوقف عند هذا الحد، فقد ظهرت بعض الدراسات والبحوث التي تمثل توجهات للارتقاء بشبكات الكمبيوتر إلى ما يحاكي الشبكة العصبية الإنسانية من حيث الفعالية والاستجابة.

الشكل رقم 1 توضيح مبسط للمكونات الأساسية لعملية الاتصالات والشبكات (communication and networking) والتي تتمثل في البروتوكولات والمعايير والهياكل المستخدمة في الشبكات بالإضافة إلى المكونات الأساسية لعملية الاتصالات (communication) والتي تتضمن المكونات المادية وكيفية تمثيل البيانات وتدفقها وما يصاحبها من تقنيات لكشف وإصلاح الأخطاء. البرتوكولات هي القواعد التنظيمية لعملية الاتصالات والتشبيك والمقاييس هي المعايير والمواصفات التي تحقق جودة عملية الاتصالات والتشبيك



شكل 1 : توضيح مبسط للمكونات الأساسية لعملية الاتصالات والشبكات

5.2) مكونات نظم الاتصالات

COMPONENTS OF DATA COMMUNICATION

تتكون عملية الاتصالات من خمس عناصر أساسية هي

1) الرسالة Message

هي المعلومات أو البيانات المراد نقلها من مكان إلى آخر ومن أمثلة ذلك النصوص الكتابية والأعداد والصوّر وإشارات الصوت والفيديو وغيرها

2) المرسل Sender

هو الجهاز الذي يقوم بتكوين الرسائل وإرسالها عبر قنوات الإرسال ومن أمثلة ذلك الحاسبات والتليفونات ومحطات العمل (workstations) وغيرها

3) المستقبل Receiver

هو الجهاز الذي يتلقى الرّسائل ويعالجها ومن أمثلة ذلك الحاسبات والتليفونات ومحطات العمل (workstations) والتليفزيونات وغيرها

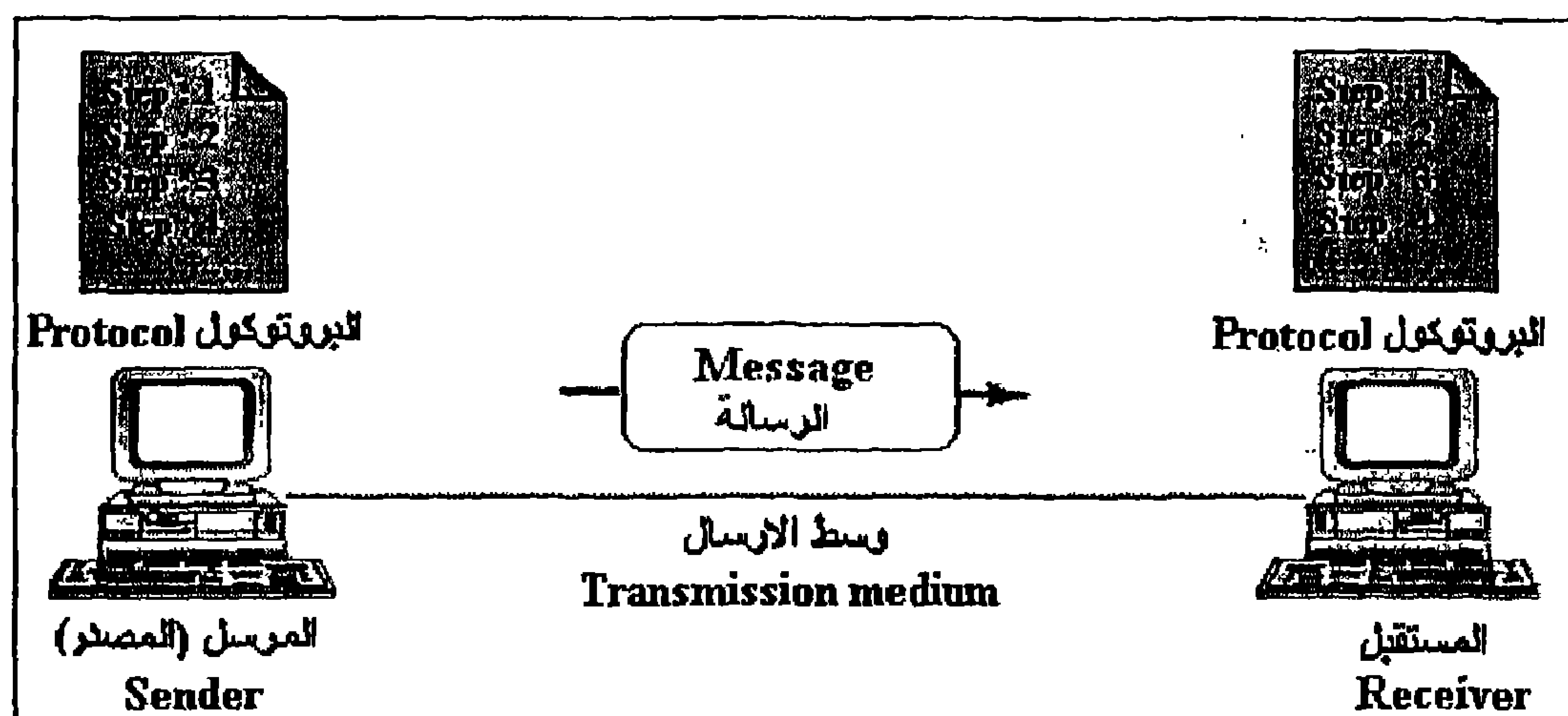
4) وسط الإرسال Transmission Medium

هو الطريق المادّيّ الذي تنتقل خلاله الرسائل من المرسل إلى المستقبل ومن أمثلة ذلك الوسائط الموجهة السلكية (guided-wired media) مثل كابلات الأزواج الملتفة (twisted-pair cables) والكابلات المحوريّة (coaxial cables) وكابلات الألياف البصرية (optical fiber cables) والوسائط الغير موجهة اللاسلكية (unguided-wireless media) مثل موجات الليزر (laser waves) أو موجات الراديو (radio waves) أو الموجات المتناهية في الصغر (microwaves)

5) البروتوكول Protocol

هو مجموعة من القواعد التي تحكم عملية الاتصال ويمكن تعريفه أيضا بأنه يمثل اتفاقية (أو طريقة التفاهم) بين أجهزة الاتصالات المختلفة حيث أنه بدون بروتوكول لا يمكن أن يحدث تفاهم بين جهازين متصلين من خلال رابط.

الشكل رقم 2 يوضح مكونات نظم الاتصالات



شكل 2: مكونات نظم الاتصالات

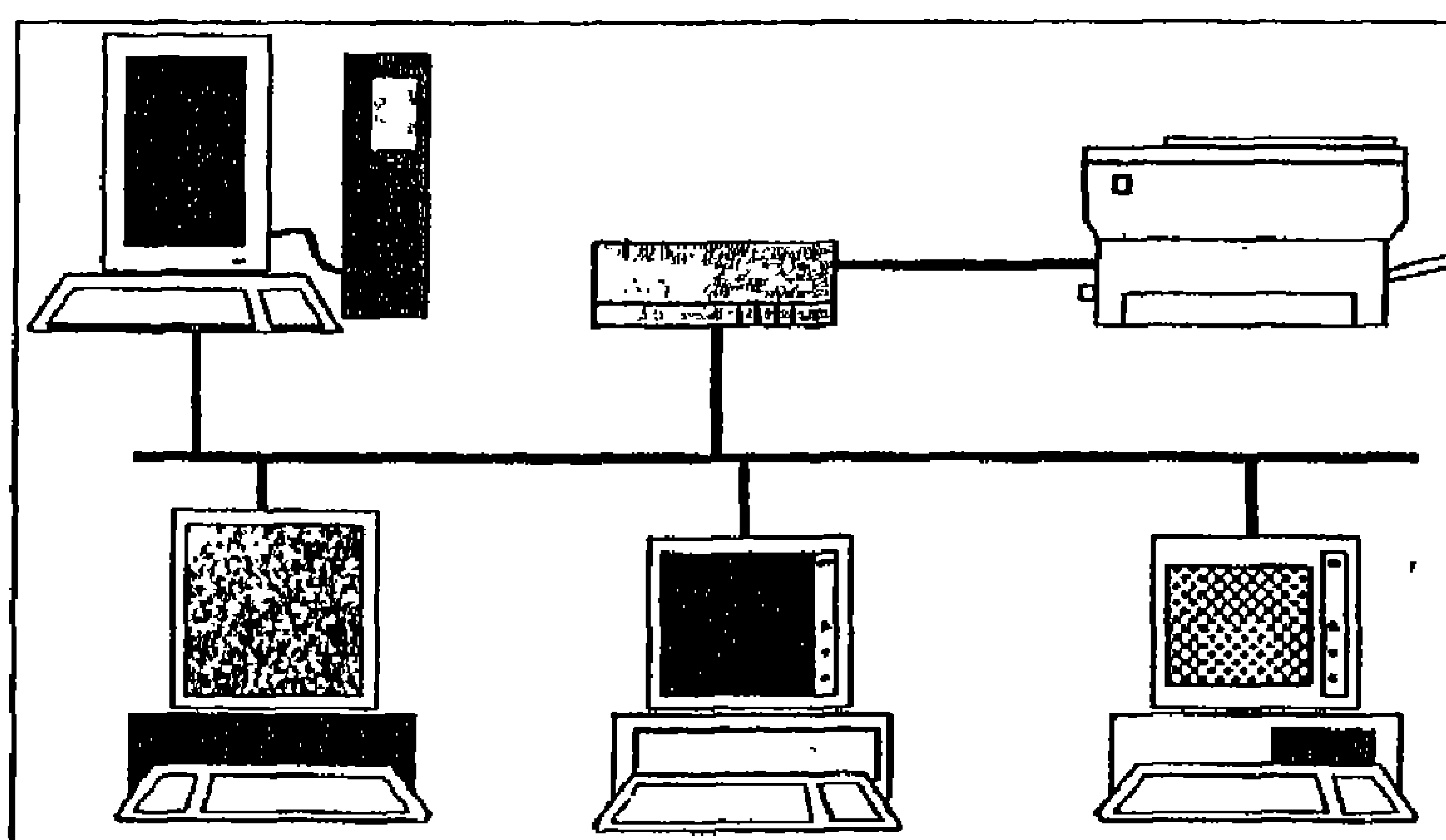
5.3) مفاهيم الشبكة NETWORK CONCEPTS

5.3.1) تعريف الشبكة

الشبكة هي مجموعة من الأجهزة المادية المتصلة برابطة اتصال تسمى بقنوات الإرسال (transmission channels) ومن أمثلة الأجهزة المادية للشبكة : الكمبيوترات والطابعات وغيرها من الأجهزة القادرة على إرسال أو تلقي الرّسائل ويمكن تعريف الشبكة بأنها تتكون من عدد من الوحدات (Nodes) أو نقاط التقاء مترابطة فيما بينها من خلال وسائل الإرسال المختلفة وتقوم بتبادل المعلومات أو الاشتراك بالمصادر (resources) فيما بينها .

تعريف شبكة الحاسب

هي مجموعة من أجهزة الحاسب وأجهزة ملحقة (Peripherals) التي تتصل ببعضها من خلال روابط والتي تسمح لمستخدميها أن يشتركوا في استخدام موارد الشبكة (Resources) والأجهزة المتصلة بالشبكة مثل الطابعات (Printers) والمودم (Modem) ومحرك الأقراص المدمج(CD-ROM Drive) وغيرها. الشكل رقم 3 يوضح شكل مبسط لشبكة حاسبات تحتوي على أجهزة حاسبات وطابعة متصلة ببعضها من خلال عدة روابط



شكل 3: شكل مبسط لشبكة تحتوي على أجهزة حاسبات
وطابعة متصلة ببعضها من خلال عدد من الروابط

الأنواع الرئيسية للشبكات:

توجد أنواع مختلفة من الشبكات منها

1) شبكة الحاسب: توفر خدمات الاتصال و تكون وحداتها المترابطة أجهزة خاصة للاتصال
2) شبكة المعلومات : تحقق تبادل المعلومات و الترابط بين وحدات الشبكة المادية
3) شبكة التراسل: وحداتها عبارة عن أجهزة معالجة للبيانات

4) شبكة التحكم الرقمي : وحداتها أجهزة رقمية معتمدة على الميكروبروسيسور (microprocessor)

5.3.2) مكونات شبكة الحاسب Network composition

تتكون شبكة الحاسب من مكونات مادية (Hardware) و برمجيات (Software).

تنقسم المكونات المادية (Hardware) إلى ثلاثة أنواع :

- الحاسبات (Computers) بشتى أنواعها،
- الكروت (Interfaces) و الوسائط (Media)
- الأجهزة الملحقة (Peripheral devices) مثل Switches, Bridges, Routers, Gateways , Hubs, Repeaters, Amplifiers وغيرها

الحاسبات تقوم بتوليد المعلومات (الإشارات) وإرسالها خلال الوسائط بعد إجراء التوليف والتهيئة اللازمة للمعلومات من خلال كروت الشبكة . تقوم الأجهزة الملحقة بربط الشبكات والأجهزة الداخلية للشبكة الواحدة وكذلك تكبير الإشارات والتحكم في اتجاه سريانها خلال الشبكة الواحدة أو خلال عدة شبكات.

تنقسم البرامج (Software) إلى:

- برامج نظم تشغيل الشبكة (Operating systems)
- برتوكولات الاتصال (Protocols)
- نظم إدارة الشبكة. (Network management systems)

يجب ألا يقل الحد الأدنى لشبكة الكمبيوتر عن:

- جهازي كمبيوتر على الأقل.
- بطاقة شبكية (Network Interface Card) تشكل البطاقة جسر الاتصال بين الكمبيوتر وأسلاك النقل التي تربط مكونات الشبكة.

- وسط ناقل (Transmission Medium) للاتصال بين عناصر الشبكة مثل الوسائط الموجهة (Guided Media) والغير موجهه (Unguided Media)
- بروتوكول اتصال يحدد خوارزمية تخاطب مكونات الشبكة والمواصفات التقنية الواجب توفرها مثل: عرض الحزمة للمستخدم وطريقة ترتيب المعلومات وتدفقها عند إرسالها (Packets Formats) وكيفية اكتشاف الأخطاء وإصلاحها وغيرها من المواصفات التقنية.
- نظام تشغيل شبكي (Network Operating System) يقدم خدمة تنظيم صلاحيات وحقوق المستخدمين(Rights and Permissions) في الوصول إلى الموارد والأجهزة المشتركة على الشبكة. من أمثلة نظم تشغيل الشبكة :

Microsoft Windows 98, Windows 2000, Microsoft Windows XP

(5.3.3 عناصر الشبكة Components Of Network

تحتوي الشبكة على عدد من العناصر هي :

1) الخادم Servers

هو جهاز الحاسب الذي يزوّد المصادر المشتركة (Resources) إلى مستخدمي الشبكة ويتميز بخصائص السرعة الفائقة والسعة التخزينية العالية جدا

2) العميل / الزبون Client

هو جهاز الحاسب الذي يتعامل مع البيانات والمصادر المتداولة داخل الشبكة

3) الوسط Medium

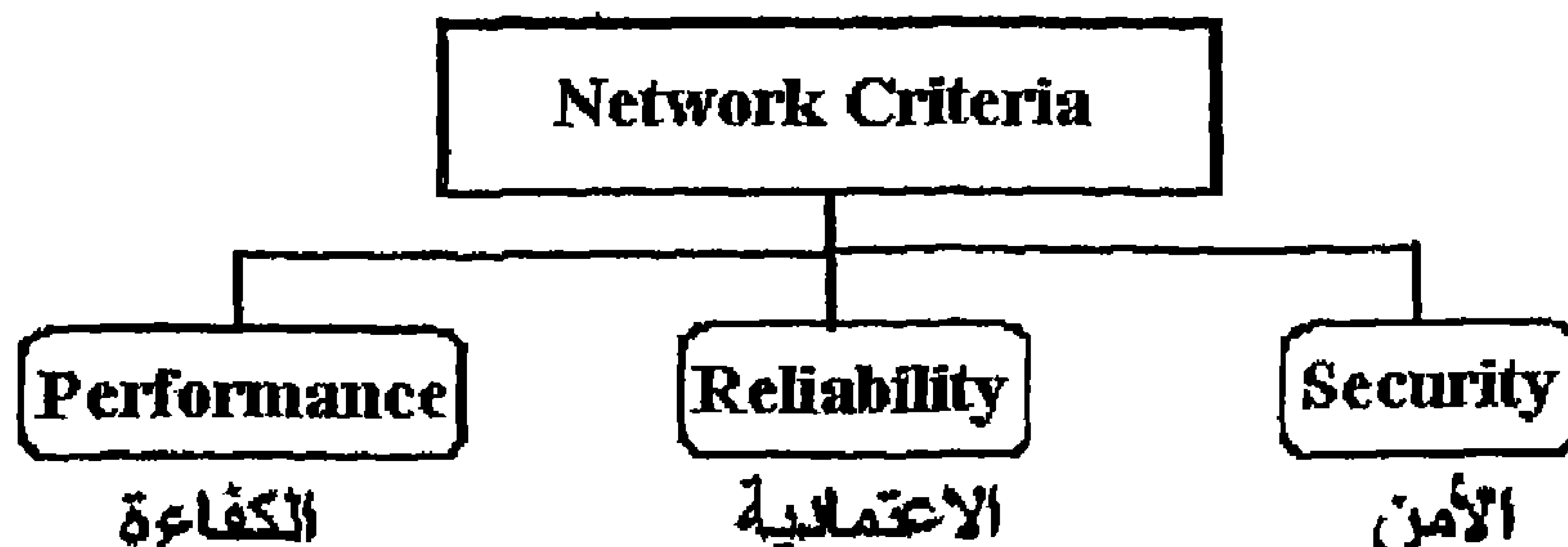
هو طريقة توصيل أجهزة الحاسب داخل الشبكة

4) البيانات المتقاسمة Shared data

هي ملفات Server التي يتم تداولها داخل الشبكة

5.3.4) معايير الشّبكة Network Criteria

للحصول على الشّبكة الفعّالة و ذات الكفاءة العالية يجب أن يتحقق عدد من المعايير منها:



1) الكفاءة Performance

تقاس الكفاءة بأكثر من طريقة سنخص بالذكر هنا الطريقتين الآتيتين:

وقت النّقل: (transit time) : هو الفترة الزمنية المطلوبة لنقل رسالة من جهاز إلى جهاز آخر

زمن الاستجابة (response time): هو الوقت المستغرق بين الاستفسار و الرد

يعتمد أداء الشّبكة على العوامل التالية :

a) عدد المستخدمين Number of users

b) نوع وسط الإرسال Type of transmission medium

c) المكونات المادية Hardware

d) البرمجيات Software

2) الاعتمادية Reliability

تقاس الاعتمادية (reliability) بالعوامل التالية :

a) معدل الأعطال Frequency of failure

b) وقت الإصلاح Recovery time of a network after failure

c) مقاومة الشبكة للعوامل الخارجية Catastrophe

3) التأمين Security

لتحقيق نظام آمن للاتصالات يجب أن يكون هناك :

a) حماية للمعلومات من الأشخاص الغير مصرح بهم (unauthorized persons) من الدخول على الشبكة وذلك باستخدام كلمات السر (Password) وكلمات التعريف (User name) وكذلك التشفير (Encoding)

b) حماية الشبكة من الفيروسات: الشبكة الجيّدة هي التي يتم حمايتها من الفيروسات بواسطة المعدّات (Hardware) و البرامج (Software) التي تصمم لذلك الغرض

5.4) تطبيقات الشبكات NETWORK APPLICATIONS

تستخدم الشبكات في تطبيقات عديدة منها :

1) المبيعات والتسويق Marketing and sales
2) التصنيع Manufacturing
3) المال والاقتصاد Financial services
4) الرسائل الالكترونية Electronic messaging
5) خدمات الدليل Directory services
6) تناقل البيانات الكترونيًا Electronic data interchange (EDI)
7) المؤتمر التلفزيونيّ Teleconference
8) هاتف خلوّي Cellular telephone
9) شبكة التليفزيون الخاصة Private television networks

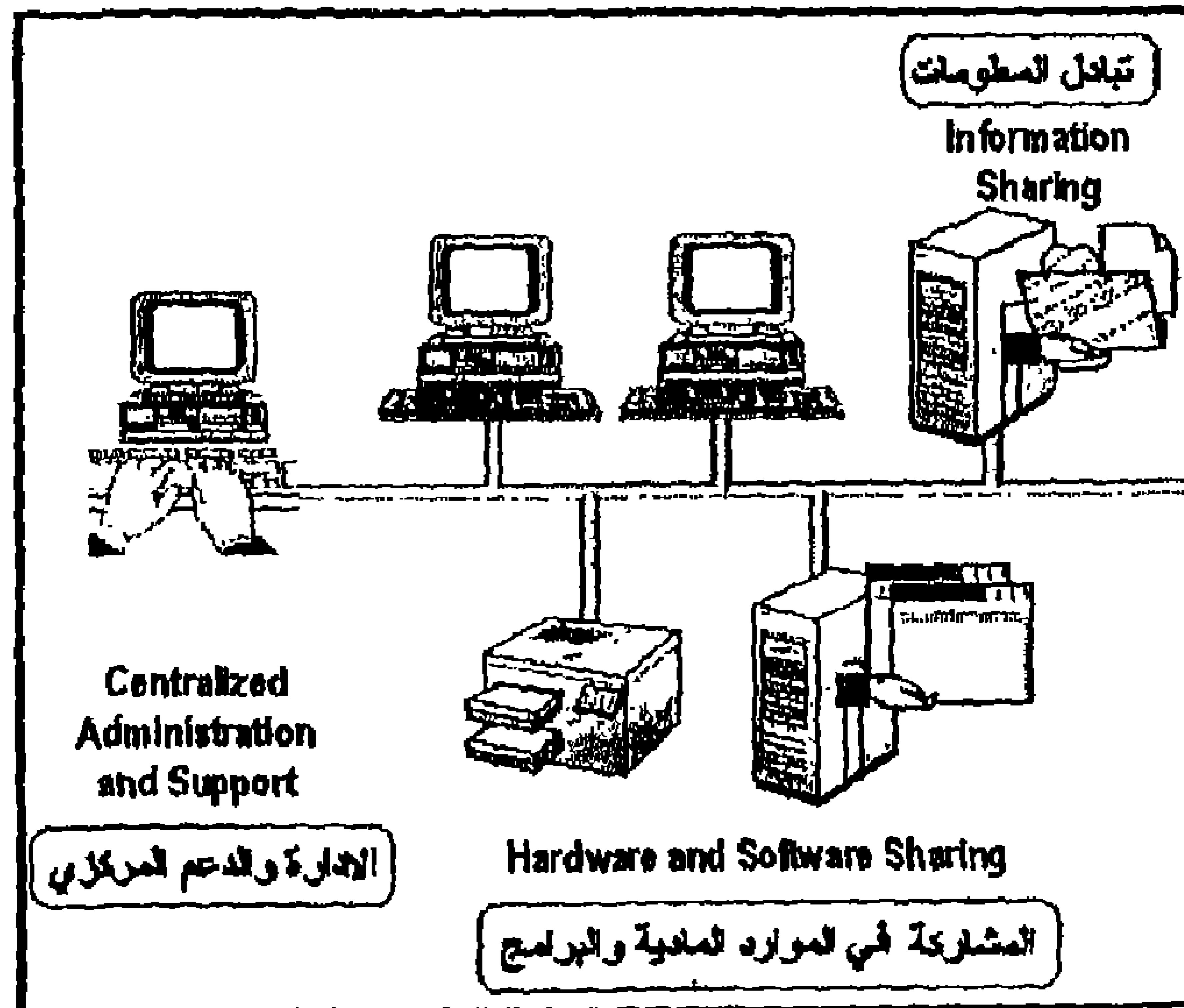
5.5) فوائد الشبكات NETWORKING BENEFITS

للشبكات فوائد عديدة منها

1) المشاركة في الموارد المختلفة (resources)
2) الحصول على بيانات و معلومات من أماكن بعيدة

3) تحقيق أمن التشغيل وزيادة الاعتمادية
4) تهيئة بيئة مناسبة للإنتاجية والعمل الجماعي
5) بناء تطبيقات جديدة تعتمد على الشبكات
6) نقل البيانات والمعلومات والبريد الإلكتروني من مقدمي الخدمات وتوزيعها على المستفيدين في أماكن مختلفة وبعيدة.
7) الاعتماد على حاسبات أخرى في حالة حدوث عطل أو خلل في حاسب ما
8) سرعة إنجاز تنفيذ عمليات معقدة بمشاركة أكثر من حاسب أو معالج في تنفيذ العمليات المطلوبة وهو ما يسمى المعالجة الموزعة (distributed processing) حيث أن المهمة الواحدة يمكن أن تقسم على مجموعة من الحاسبات لتنفيذها بدلا من حاسب واحد فقط ومن أهم مزايا المعالجات الموزعة
   - قاعدة البيانات الموزّعة Distributed Database
   - حلّ المشاكل أسرع Faster Problem solving
   - المعالجة تعاونيّة Collaborative Processing

الشكل رقم 4 يوضح بعض فوائد الشبكات



شكل 4 : بعض فوائد الشبكات

5.6) البروتوكولات PROTOCOLS

البروتوكول هو مجموعة من القواعد التي تحكم عملية الاتصال . العناصر الأساسيّة للبروتوكول هي:

a) القواعد النحوية Syntax

b) علم الدلالة Semantics

c) الضبط الزمني Timing (Synchronization)

a) القواعد النحوية Syntax

هو طريقة ترتيب البيانات داخل حزمة البيانات (packet) المرسلة حيث أنها تشتمل على ترتيب إرسال عنوان المرسل والمستقبل والرسالة المرسلة

address of sender	address of receiver	message
first byte	second byte	other bytes

b) الدلالة Semantics

يشير إلى معنى كلّ قسم من أقسام الحزمة وما هو تفسير كل قسم وما هو الفعل الذي يؤخذ على أساس ذلك التفسير وعلى سبيل المثال فان العنوان الموجود في إطار البيانات يمكن أن يحدد طريقة السريان أو الوجهة النهائيّة للرسالة

c) الضبط الزمني Timing (Synchronization)

يرمز إلى خاصيتين هما :

a) متي يتم إرسال البيانات When data should be send?

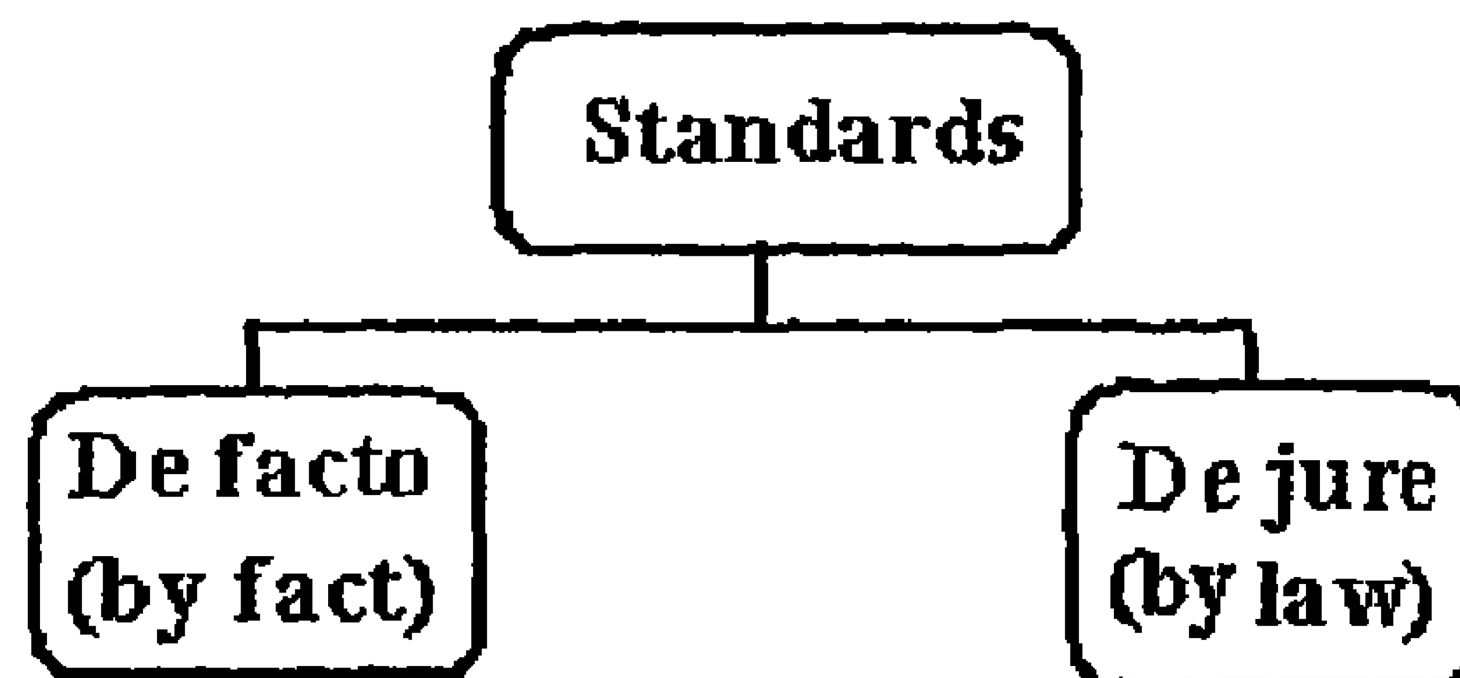
b) سرعة إرسال هذه البيانات How fast they can be send?

وعلى سبيل المثال إذا أنتج المرسل البيانات بسرعة Mbps 100 وكان الاستقبال يعالج البيانات بسرعة Mbps 1 فان المستقبل يكون محملا فوق طاقته وسيفقد جزء من البيانات المرسلة

5.7) المقاييس STANDARDS

يجب أن يحقق أيّ منتج المواصفات والمقاييس المطلوبة ليُستَخدَم بفاعليّة و بكفاءة

أصناف المقاييس Categories of Standards



a) De Jure Standards

هي المواصفات التي تم تحديدها من قبل مؤسسات رسمية معروفة

b) De facto Standards :

هي المواصفات التي لم يتم التصديق عليها من قبل المؤسسات الرسمية المعروفة ولكن تم توليفها للعمل في نطاق معين ويمكن القول أنها المعايير الفعليّة التي تُنشأ أساسا بواسطة الصانع الذي يحاول تعريف الفاعليّة لمنتج أو تكنولوجيا جديدة. ويمكن تقسيم معيار De Facto إلى :

- مقاييس وضعت من قبل مؤسسات تجارية لتشغيل منتجاتها

Proprietary standards (closed standards)

- مقاييس غير تجارية Non proprietary standards (open standards)

هي مقاييس عالمية تسمح للأجهزة باختلاف مصانعه بالتوافق فيما بينها

المنظمات القياسية Standard Organization

توجد عدة منظمات قياسية تم إنشاؤها بفعل مؤسسات ومنتديات لجان ووكالات عالمية في التخصصات المختلفة لتحقيق أعلى مواصفات وكفاءات ممكنة للمنتجات أو الأنظمة المستخدمة في الشبكات ومن أهم هذه المنظمات:

1) منظمة المقاييس الدّوليّة

The international Standard Organization (ISO)

2) الإتحاد الدولي للاتصالات

The International Telecommunication Union (ITU)

3) الأتحاد الدّوليّ للمواصلات السّلكيّة و اللاسلكيّة - قطاع تكنولوجيا الأتصالات القياسي

Telecommunication Standard sector (TSS)

4) المعهد الأمريكي القومي للمواصفات القياسية

The American National Standard Institute (ANSI)

5) معهد الهندسة الكهربائية و الإلكترونيّة

The Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE)

6) جمعيّة الصّناعات الإلكترونيّة

The Electronic Industries Association (EIA)

7) تيلكورديا Telcordia

EXERCISES

1) أختر من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
Medium	المعلومات أو بيانات المراد نقلها من مكان إلى آخر
Message	الجهاز الذي يرسل الرّسائل.
Sender	الجهاز التي يتلقى الرّسائل
Receiver	الطّريق المادّي الذي تنتقل خلاله الرسائل من المرسل إلى المستقبل
Protocol	مجموعة من القواعد التي تحكم الاتصال.
Servers	الكمبيوتر الذي يزوّد المصادر المشتركة إلى مستخدمي الشّبكة
Client	الكمبيوتر الذي يتعامل مع البيانات والمصادر المتداولة داخل الشبكة
Shared data	طريقة توصيل الكمبيوتر داخل الشبكة
Networking	هي ملفات Server المتداولة داخل الشبكة

2) اختر الإجابة الصحيحة المناسبة للعبارات التالية

a) الشبكة هي

- مجموعة من الأجهزة(نقاط التقاء) موصّلة برابطة إعلام سمّيت بقنوات اتّصال.
- هي عدد من الوحدات (Nodes) المترابطة في ما بينها من خلال وسائل الإرسال المختلفة، و تقوم بتبادل المعلومات و الاشتراك بالمصادر فيما بينها

- الاثنين معا
- لا شئ مما سبق

b) من أهم أنواع الشبكات:

- شبكة الاتصال
- شبكة الحاسب
- شبكة التراسل
- جميع ما سبق
- لا شئ مما سبق

c) أسباب عمل الشبكة

- المشاركة في الموارد المختلفة..
- الحصول على بيانات و معلومات في أماكن بعيدة.
- نقل البيانات والمعلومات والبريد الإلكتروني من مقدمي الخدمات و توزيعها على المستفيدين في أماكن مختلفة و بعيدة.
- سرعة إنجاز تنفيذ عمليات معقدة بمشاركة أكثر من حاسب أو معالج في تنفيذ العمليات المطلوبة
- جميع ما سبق
- لا شئ مما سبق

d) مزايا المعالجات الموزعة

- قاعدة البيانات الموزّعة Distributed Database
- حلّ المشاكل أسرع Faster Problem solving
- المعالجة تعاونيّة Collaborative Processing
- جميع ما سبق
- لا شئ مما سبق

e) يعتمد أداء الشبكة على:

- عدد المستخدمين Number of users
- نوع وسط الإرسال Type of transmission medium
- المكونات المادية Hardware
- البرمجيات Software
- جميع ما سبق
- لا شئ مما سبق

f) تقاس الاعتمادية (Reliability)

- معدل الأعطال Frequency of failure
- وقت الإصلاح Recovery time of a network after failure
- مقاومة الشبكة للعوامل الخارجية Catastrophe
- جميع ما سبق
- الزمنـــي سبق

g) خصائص الضبط الزمنـي

- متى يتم إرسال البيانات When data should be send
- سرعة إرسال هذه البيانات How fast they can be send
- الاثنين معا
- لا شئ مما سبق

3) أذكر الحد الأدنى لمكونات شبكة الكمبيوتر

4) ضع علامة √ أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الغير صحيحة مع إصلاح الخطأ (عدم استخدام عبارات النفي)

- الشبكات تستخدم أسلوب المعالجات الموزعة حيث أن المهمة الواحدة يمكن أن تقسم على مجموعة من الحاسبات لتنفيذها

- وقت النقل: (transit time) : هو الفترة الزمنية المطلوبة لنقل رسالة من جهاز إلى جهاز آخر
- زمن الاستجابة (response time) هو الوقت المستغرق بين الاستفسار و الردّ
- تحدد معايير الشبكة بواسطة Reliability, Security فقط
- Syntax هو عملية تفسير كل شريحة وما هو الفعل الذي يؤخذ على أساس ذلك التفسير
- Semantic هو طريقة ترتيب البيانات حيث أنها تشتمل على ترتيب إرسال عنوان المرسل والمستقبل والرسالة المرسلة
- De Jure Standards هي المواصفات التي تم تحديدها من قبل مؤسسات رسمية معروفة
- De facto Standardsهي المواصفات التي لم يتم التصديق عليها من قبل المؤسسات الرسمية المعروفة ولكن تم توليفها للعمل في نطاق معين
- يجب أن يحقق أيّ منتج بعض المواصفات والمقاييس المطلوبة ليُستَخدَم بفاعليّة و بكفاءة

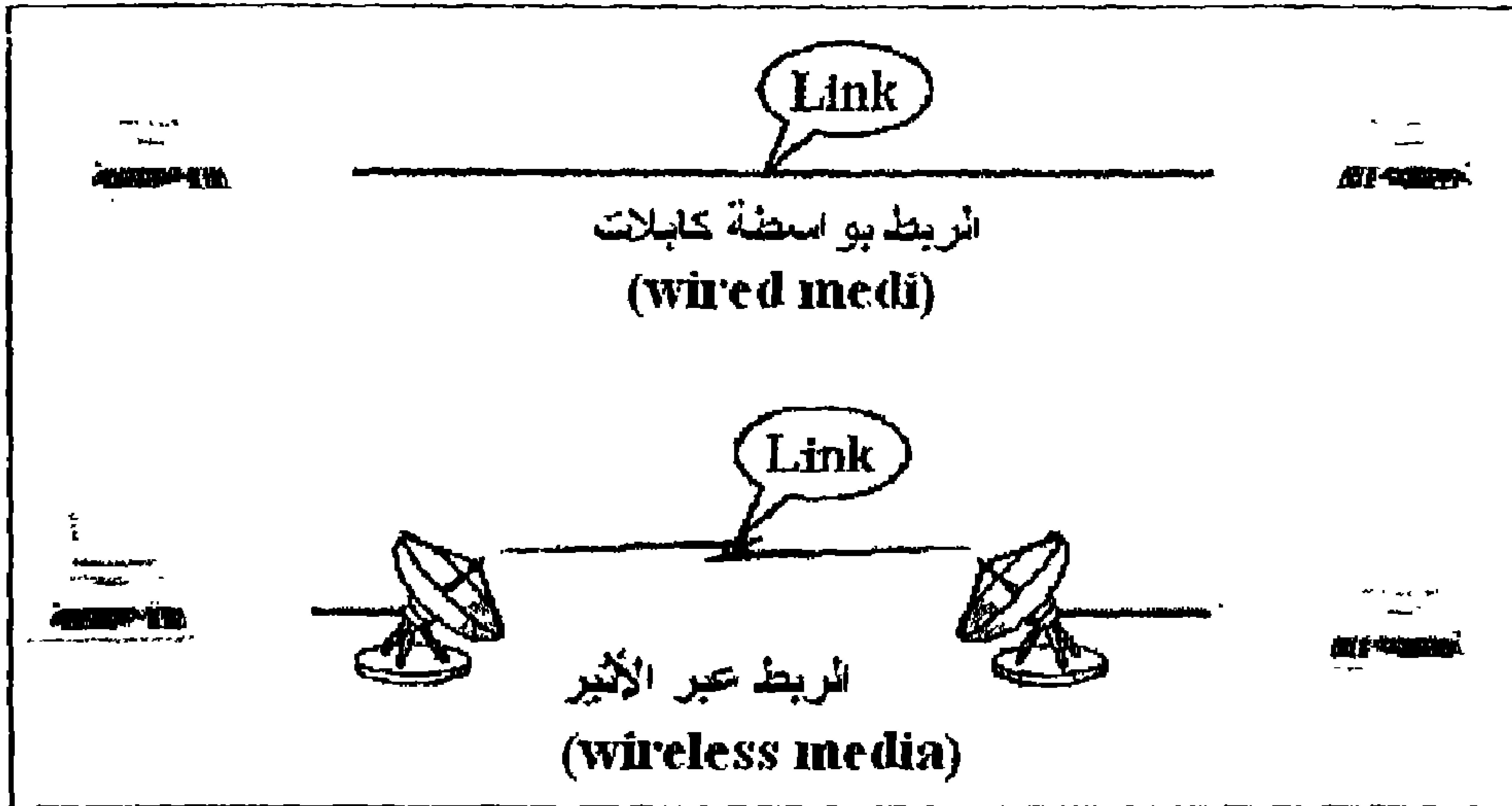
الفصل السادس
أشكال وطوبوغرافيا وأصناف الشبكات
CONFIGURATIONS, TOPOLOGIES AND CATEGORIES OF NETWORKS

6.1) التركيب الخطي LINE CONFIGURATION

يعرّف التركيب الخطي (line configuration) بتوصيل أجهزة الشبكة إلى رابط (link) وله شكلان: شكل السّباق (نقطة إلى نقطة) Point-to-point configuration و شكل متعدد النقاط Multi-point configuration

a) شكل السّباق (نقطة إلى نقطة) Point-to-point configuration

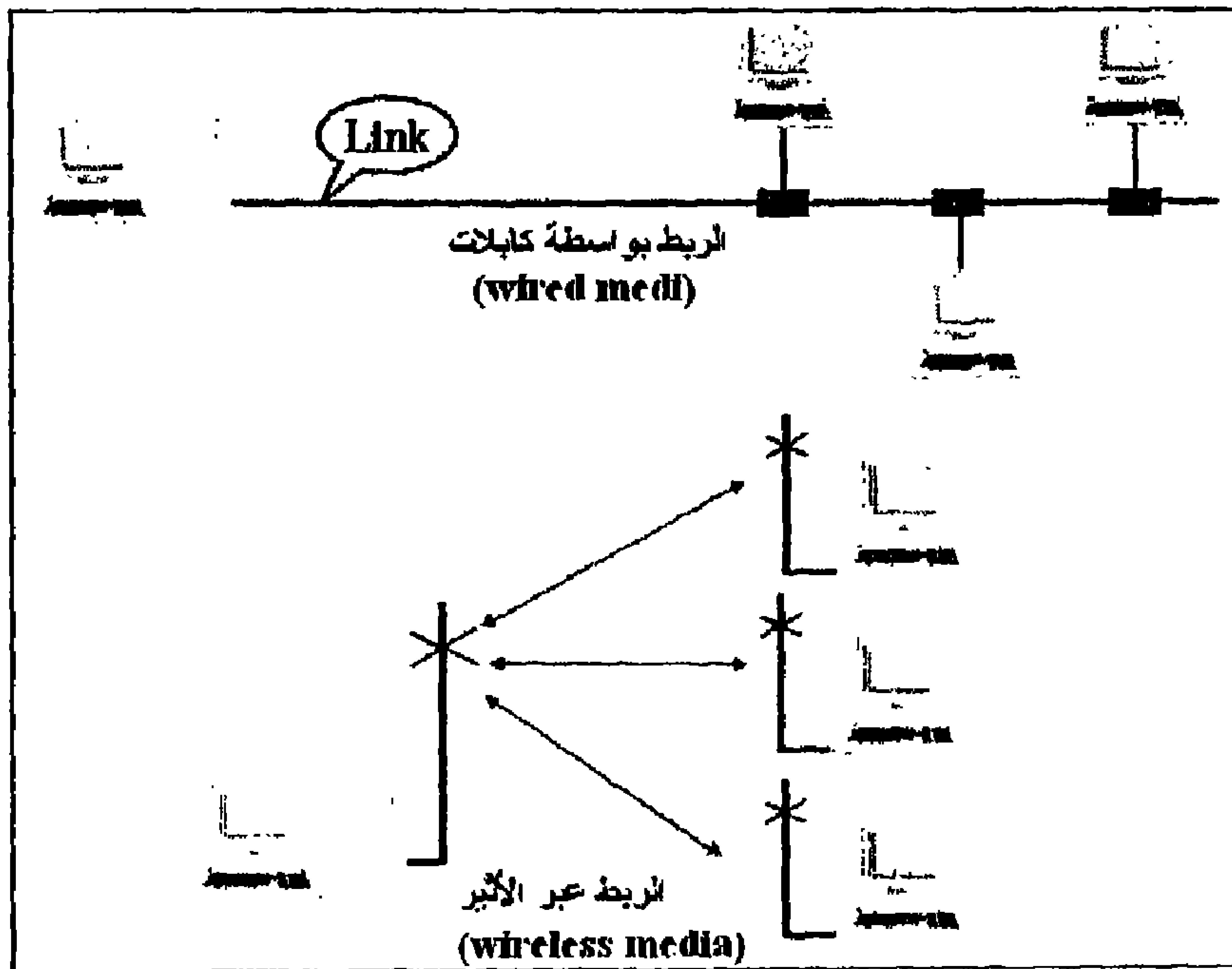
في هذا التركيب يكون هناك رابط أحادي بين كل جهازين. هذا الرابط إما أن يكون كابلات (Wired link) أو عبر الأثير (Microwave link). الشكل رقم 1 يوضح شكل السباق (point-to-point configuration)



شكل 1 : شكل السباق (point-to-point configuration)

b) شكل متعدد النقاط Multi-point configuration

في هذا التركيب يتقاسم أكثر من جهازين برابط واحد. الشكل رقم 2 يوضح شكل متعدد النقاط (multipoint configuration)



شكل 2 : شكل متعدد النقاط (multipoint configuration)

6.2) طبوغرافيات الشّبكة NETWORK TOPOLOGIES

تعرف طبوغرافيا الشّبكة بأنها ترتيب وتوصيل الحاسبات والكابلات (الروابط) والعناصر المادية الأخرى على الشبكة . كما يمكن القول بأنها خريطة الشّبكة المادية. نوع الطبوغرافيا الذي يتم استخدامه يؤثر على نوع و إمكانيات معدّات الشّبكة وإدارتها واحتمالات التطوير المستقبلية

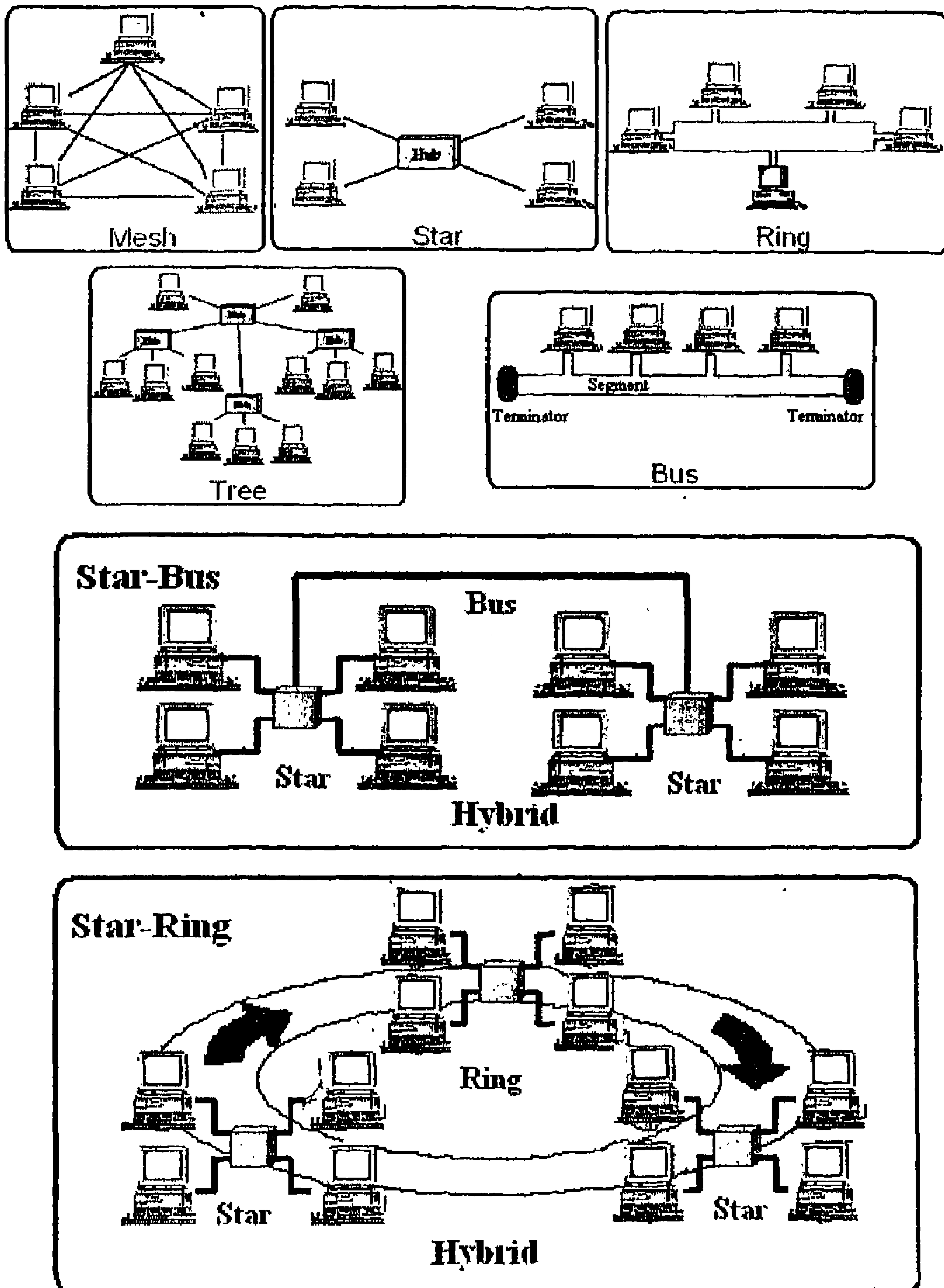
وبمفهوم عام يمكن تعريف طبوغرافيا الشبكة بأنها الترتيب المنطقي أو المادي للرّوابط في شبكة وتقسم من حيث المفهوم العام إلى:

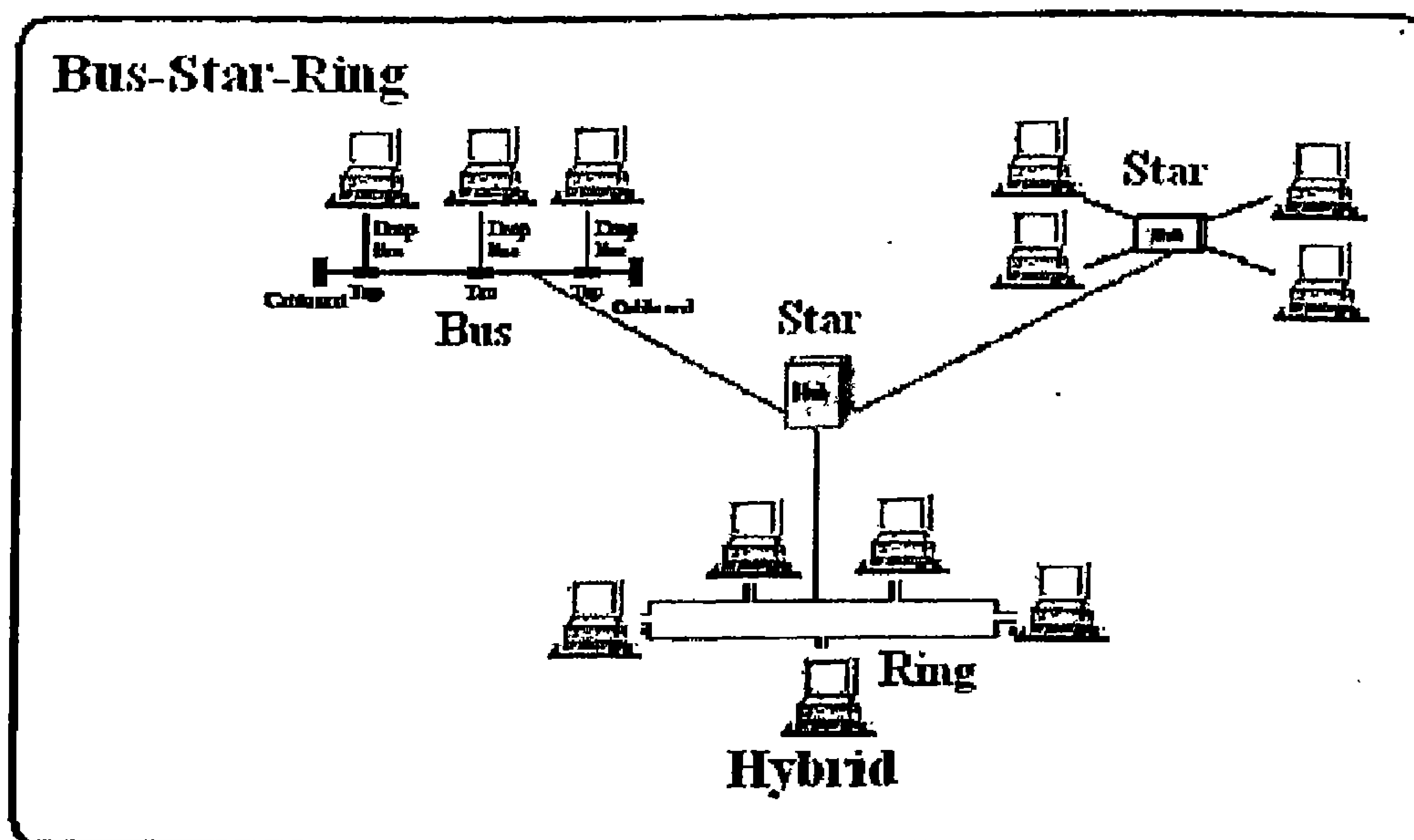
1) **الطبوغرافيا المادية (Physical topology)**: تصف كيفية توصيل العناصر الماديّة على الشبكة
2) **الطبوغرافيا المنطقيّة (logical topology)**: تصف طريقة سريان البيانات بين العناصر المادية

يوجد ست طوبوغرافيا مختلفة للشبكة تختلف حسب طريقة توصيل الأجهزة المادية وهي:

1) **Bus** : الكومبيوترات متّصلة بكابل مشترك
2) **Star** : الحاسبات موصّلة بجهاز مركزي يسمى Hub من خلال كابلات بواقع كابل لكل حاسب
3) **Mesh** : الحاسبات على الشّبكة متصلة ببعضها(كل بالآخرين) بواسطة كابلات
4) **Tree** : شكل مكرّر لطوبوغرافيا Star لكنّ ليس كلّ جهاز متصل مباشرة إلى الجهاز المركزيّ (primary hub)
5) **Ring** : كل جهاز متصل بالذي يليه والذي يسبقه بواسطة شكل حلقي
6) **Hybrid** : استخدام أكثر من طوبوغرافيا في شبكة واحدة

الشكل رقم 3 يوضح شكل الطوبوغرافيا المستخدمة في الشبكات





شكل 3 : شكل الطوبوغرافيا المستخدمة في للشبكات

في الجزء التالي سيتم دراسة الطوبوغرافيات السابقة للشبكة بالتفصيل من خلال وصف كل طوبوغرافيا مع توضيح شكل اتصال الأجهزة بالروابط (سباق point-to-point أو متعدد multipoint) وعدد الكابلات المستخدمة في الطوبوغرافيا وعدد ports لكل جهاز داخل الطوبوغرافيا بالإضافة إلى مزايا وعيوب ومجالات استخدام كل طوبوغرافيا

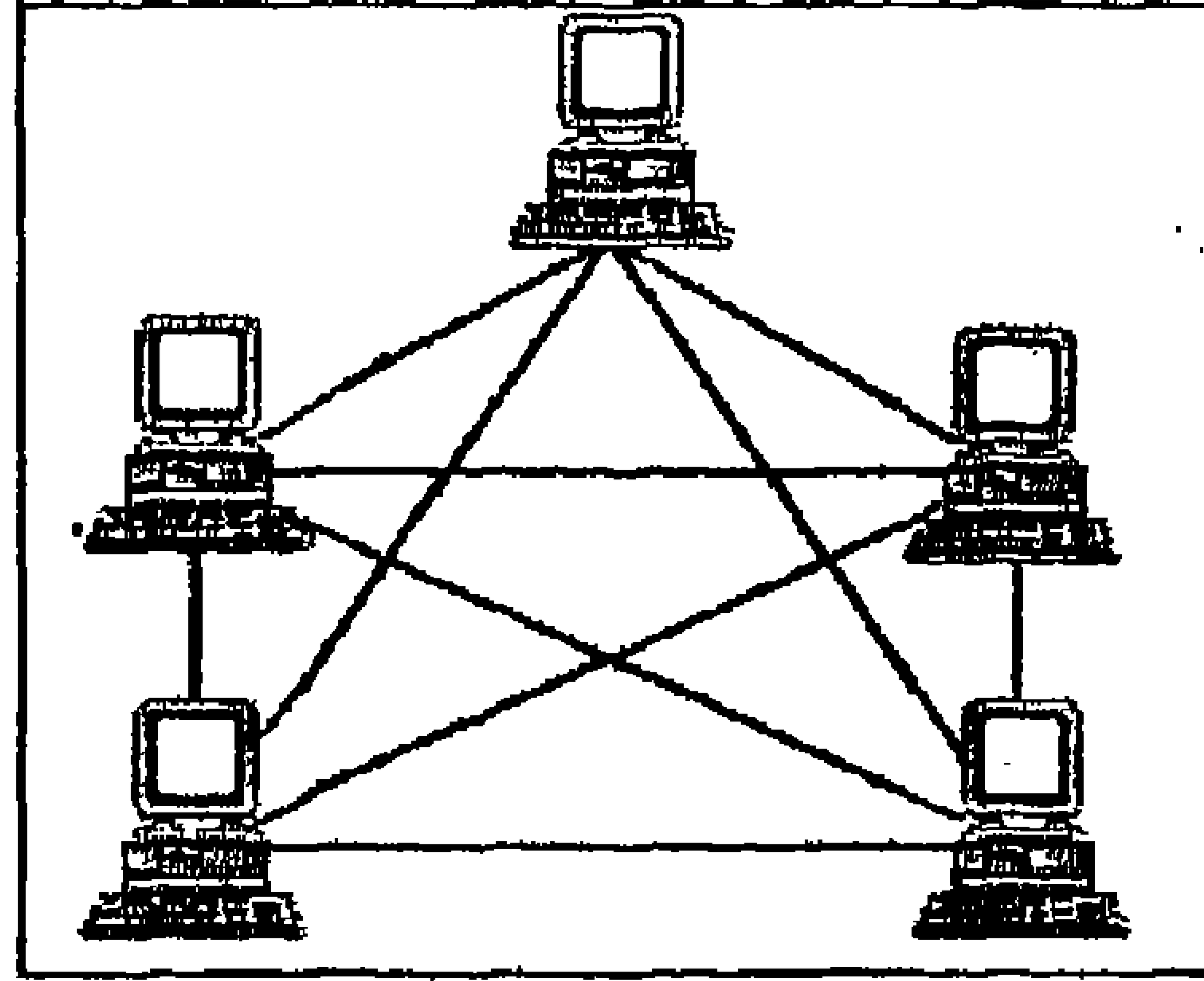
6.2.1) الطوبوغرافيا النسيجي MESH Topology

الشكل رقم 4 يوضح شكل طوبوغرافيا Mesh

في طوبوغرافيا Mesh :

كلّ جهاز يتم توصيله إلى جميع الأجهزة الأخرى بكابل منفصل. كل جهاز متصل point-to-point بكل جهاز آخر. يعني المصطلح أن الرّابطة تحمل المرور فقط بين الجهازين المتصلين بالرابط.

إذا حدث عطل في أحد الروابط فان المرور يتم عبر رابط آخر والشبكة تستمرّ في العمل. يتم توصيل الأجهزة المادية ببعضهم البعض باستخدام خطوط كابلات الأزواج الملتفة (twisted-pair cables) أو الكابلات المحورية (coaxial cables) أو كابلات الألياف الضوئية (optical fiber cables)



شكل 4: طوبوغرافيا Mesh

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Mesh

عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة يمكن حسابه من المعادلة:

$$Number\ of\ links = \frac{n(n-1)}{2}$$

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$Number\ of\ ports\ per\ device\ = n-1$$

مثال 1 :

شبكة Mesh تحتوي على 8 أجهزة. أحسب عدد الروابط وعدد المخارج لكل جهاز

الحل:

$$Number\ of\ links = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{8(8-1)}{2} = 28 \text{ links}$$

$$Number\ of\ ports\ per\ device\ = \text{n - 1} = 8 - 1 = 7 \text{ ports}$$

مزايا طوبوغرافيا Mesh

1) الاتصال المباشر بين الأجهزة (كل بالآخرين) يضمن أن كل رابط يحمل بيانات خاصة بين كل جهازين والذي يؤدي إلى عدم وجود مشاكل المرور التي يمكن أن تحدث عندما يكون هناك عدة روابط تصل بين أجهزة متعددة
2) طوبوغرافيا Mesh يعتبر دائما robust حيث أنه إذا سقط أحد الروابط لا يؤثر على الشبكة
3) الخصوصية والتأمين (privacy and security) كلّ رابطة (link) يمكن أن تحمل بياناتها الخاصّة وبالتالي عندما يرسل احد الأجهزة لا يراها إلا الجهاز المعني بها فقط
4) توصيل (point-to-point) بين الروابط تسهل من عملية تحديد وعزل العطل في الروابط.
5) تعدد المسارات داخل الشبكة حيث أنه إذا حدث عطل في رابط يمكن تسير الرسالة خلال رابط آخر

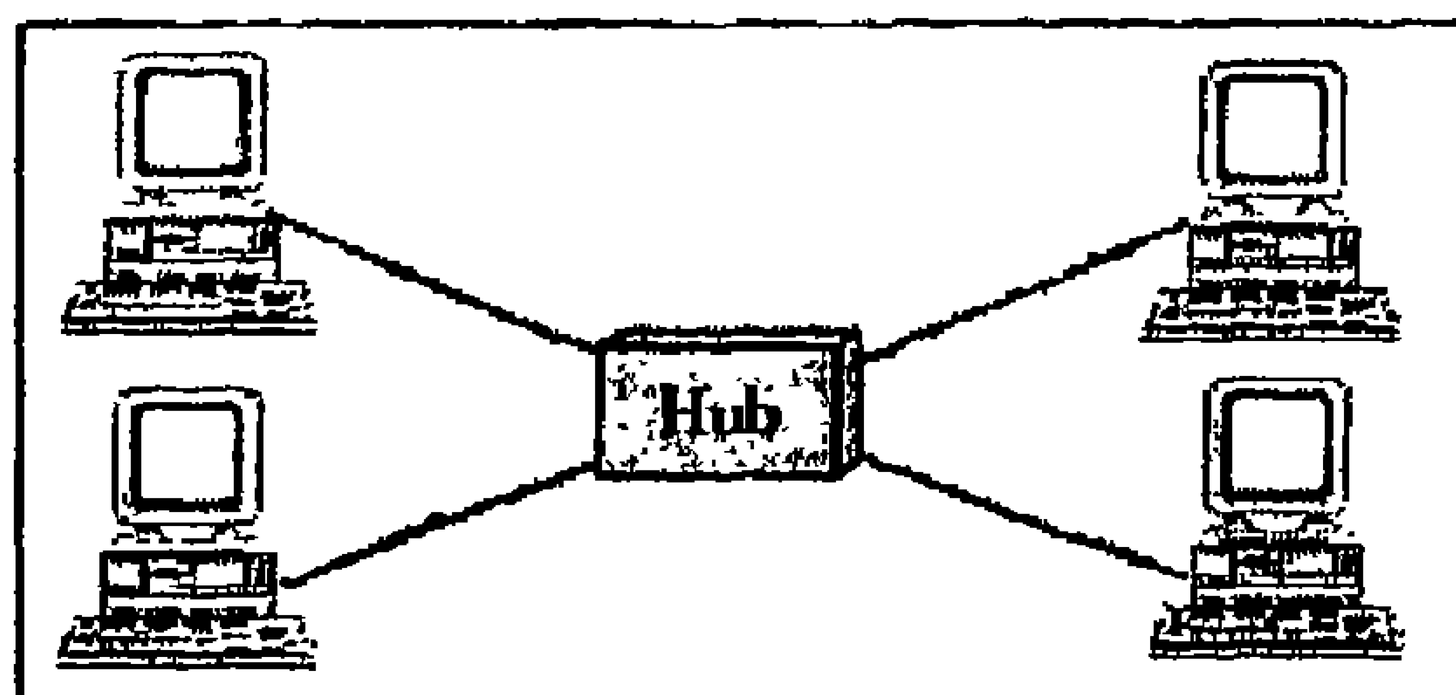
عيوب طوبوغرافيا Mesh

1) نظرا لوجود اتصال مباشر بين كل جهاز وباقي أجهزة الشبكة بواقع رابط بين كل جهازين فأن طوبوغرافيا Mesh يتطلب كابلات كثيرة وبالتالي إلى بنية تحتية ومساحة واسعة
2) صعوبة في التركيب والتشبيك وذلك لأن كل كابل يجب أن يتصل بكل الأجهزة في الشبكة
3) الكابلات المطلوبة يمكن أن تكون أكبر من المساحة المتاحة
4) المكونات الماديّة المطلوبة لتوصيل كل رابط (أطراف التوصيل input/output ports والكابلات) ربما تتطلب تكلفة كبيرة جدا

للأسباب السابقة يستخدم طوبوغرافيا Mesh في عدد محدود من التطبيقات

(6.2.2 طوبوغرافيا النجمة STAR Topology

الشكل رقم 5 يوضح شكل طوبوغرافيا النجمة Star.



شكل 5 : : طوبوغرافيا النجمة Star

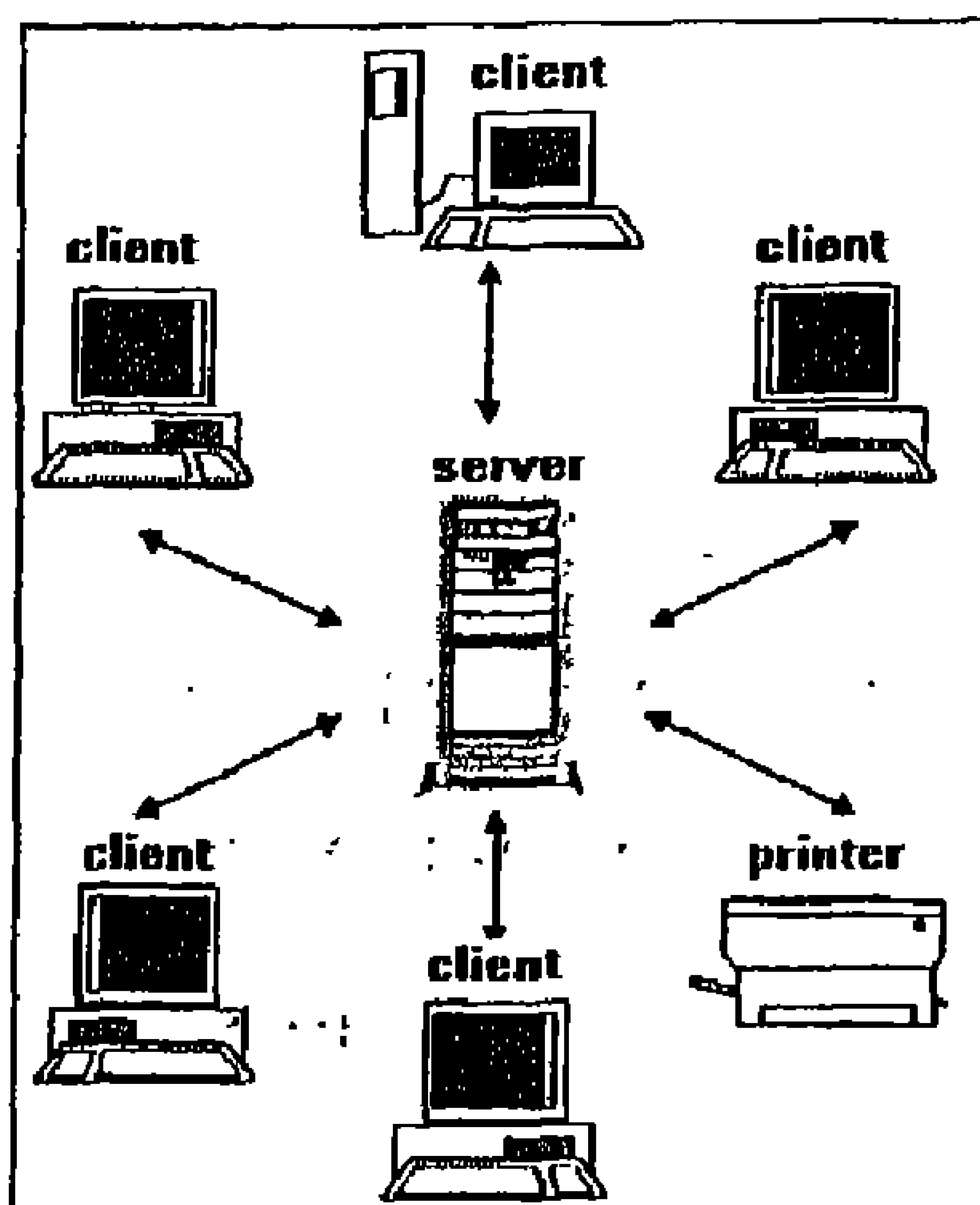
في طوبوغرافيا Star :

الأجهزة متصلة ببعضها خلال Hub (المتحكم المركزي). Hub يتحكم في المسارات داخل الشبكة. الإشارة تنتقل من جهاز معين إلى باقي الأجهزة خلال Hub. على مجال واسع يمكن استخدام STAR لتوصيل عدد من الشبكات المحلية (LAN).

يعتبر هذا النوع من أفضل الأنواع وهو يتميز بوجود موزع مركزي (Hub) تجتمع فيه الكابلات الخاصة بالأجهزة ويمكن أن يكون هذا الموزع (Hub) فعالاً من خلال قيامه بتقوية الإشارات المارة إليه.

الشكل رقم 6 يوضح اتصال جهاز حاسب مركزي (server) بعدة أجهزة فرعية (client) من خلال طوبوغرافيا Star .

جهاز الحاسب المركزي يتضمن Hub لربط الأجهزة الفرعية clients بالحاسب المركزي (server)



شكل 6 : اتصال جهاز حاسب مركزي (server) بعدة أجهزة فرعية (client) من خلال طوبوغرافيا Star

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Star

عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة يمكن حسابه من المعادلة:

$$Number\ of\ links = n$$

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$Number\ of\ ports\ per\ device\ = 1$$

مثال2 :

شبكة Star تحتوي على 8 أجهزة. أحسب عدد الروابط وعدد المخارج لكل جهاز

الحل:

$Number\ of\ links = n = 8$ links

$Number\ of\ ports\ per\ device\ = 1$ port

مزايا طوبوغرافيا Star

1) أقل تكلفة من شبكة Mesh

2) سهولة التركيب لأن كل جهاز يحتاج إلى رابط واحد وطرف دخل/خرج (I/O port) واحد

3) يحتاج إلى عدد قليل من الكابلات سواء للإضافة أو للحذف

4) إذا سقط رابط واحد لا تتأثر باقي روابط وأجهزة الشبكة (robustness)

5) سهولة تحديد العطل وعزله

6) يمكن استخدام Hub في تحديد الروابط التي لا تعمل وبالتالي تحويل (bypass) البيانات عن هذا الروابط التي لا تعمل

7) سهولة إضافة أو عزل أي جهاز

عيوب طوبوغرافيا Star

1) نظرا لأن كل جهاز متصل مباشرة ب Hub فأنه إذا حدث عطل في Hub سقطت الشبكة بالكامل

2) وجود ضوضاء داخل شبكات هذا النوع

6.2.3) طوبوغرافيا الشجرة Tree Topology

الشكل رقم 7 يوضح شكل طوبوغرافيا الشجرة Tree

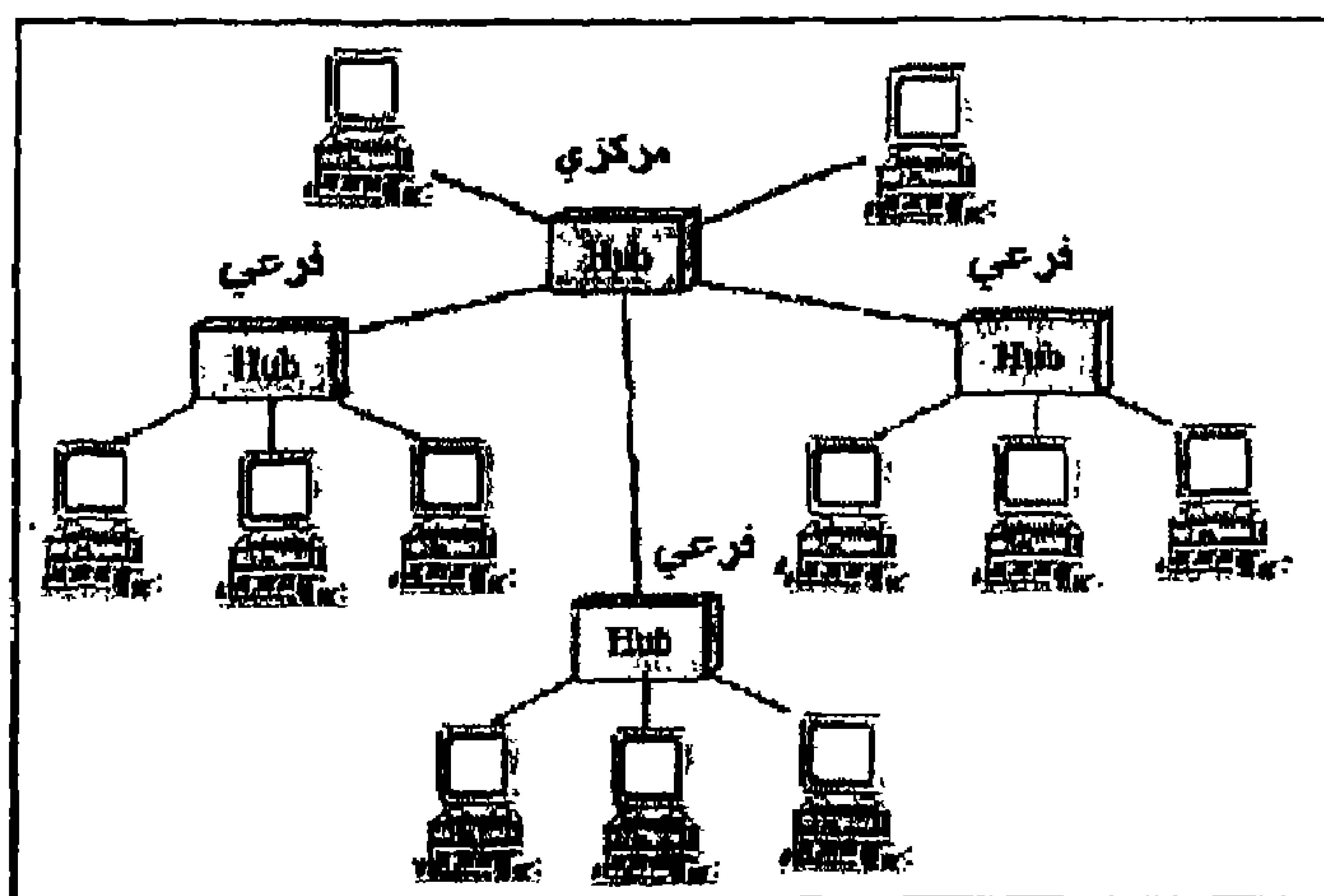
في طوبوغرافيا Tree :

طوبوغرافيا Tree مشابها لطوبوغرافيا Star وذلك لوجود Hub مركزي للتحكم في المسارات. لا يوجد توصيل مباشر بين Hub المركزي وجميع أجهزة الشبكة حيث كل مجموعة من الأجهزة تكون متصلة بأحد Hub الفرعي (الثانوي) والذي يتصل بدوره مباشرة إلى Hub المركزي. يمكن أن يكون هناك اتصال مباشر بين أحد الأجهزة و Hub المركزي وذلك لدواعي الصيانة أو الإدارة (administration) أو الخصوصية

(privacy). Hub المركزي دائما يكون فعال (active hub) ويحتوي على repeater الذي يقوم بإعادة تهيئة الإشارات قبل إرسالها (استعادة شدة الإشارة تمهيدا لإرسالها إلى مسافات بعيدة) والذي يؤدي بدوره إلى زيادة المساحة التي يمكن أن تغطيها الشبكة.

Hub الثانوي يمكن أن يكون فعال أو غير فعال (active or passive hub)

. Hub الثانوي يقوم بالتوصيل المادي بين أجهزة طوبوغرافيا Star الموجودة داخل طوبوغرافيا Tree



شكل 7 : شكل طوبوغرافيا الشجرة Tree

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Tree

عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة بالإضافة إلى عدد m من Hubs يمكن حسابه من المعادلة :

$$\textit{Number of links} = n + m - 1$$

m … Number of hubs (primary and secondary hubs)

عدد Hubs (المركزي والفرعي)

n … Number of devices connected on the network

عدد الأجهزة على الشبكة

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$Number\ of\ ports\ per\ device = 1$$

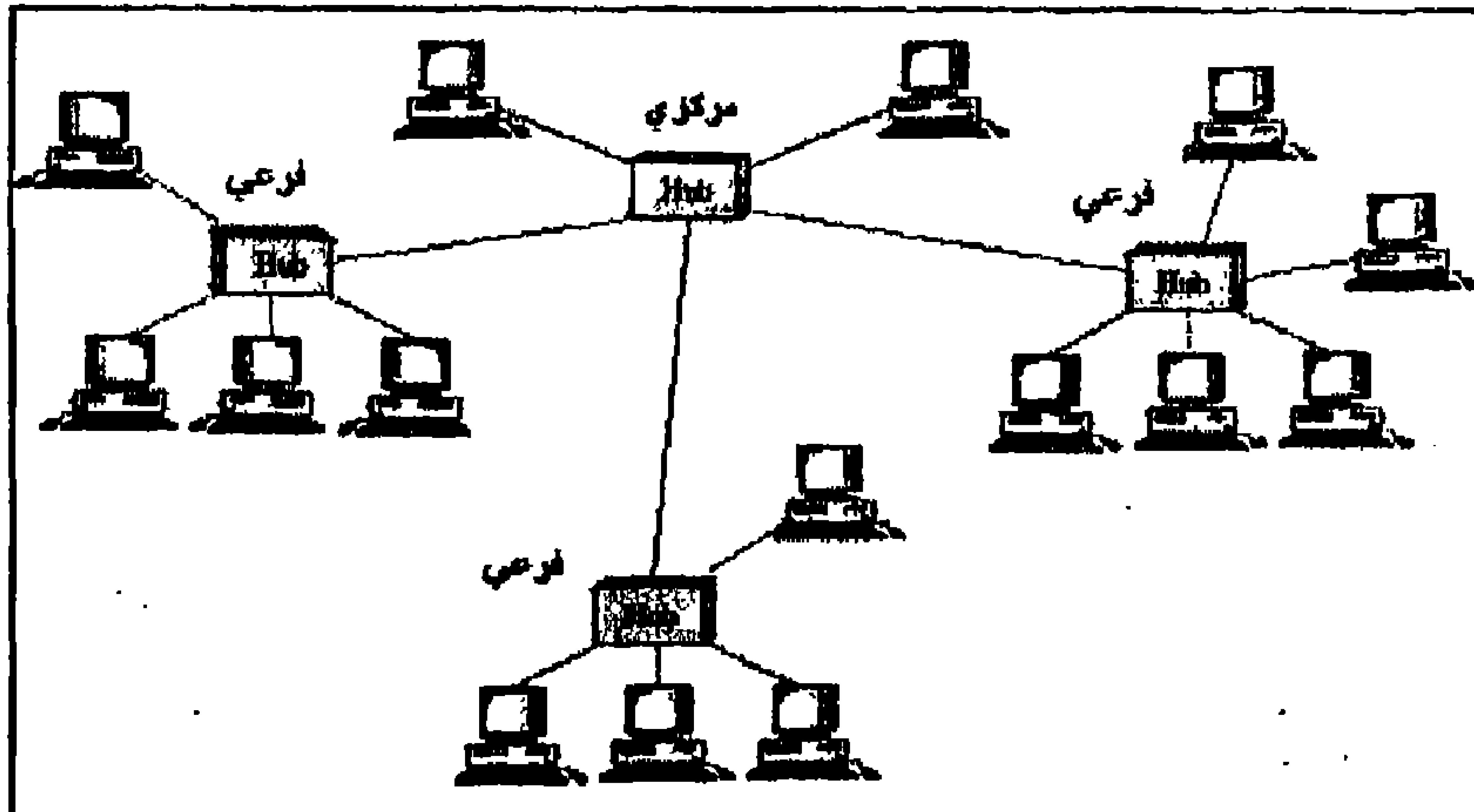
مثال3 :

شبكة Tree تحتوي على 15 أجهزة وعدد 4 Hubs . أحسب عدد الكابلات (الروابط) وعدد المخارج لكل جهاز. ارسم طوبوغرافيا الشبكة

الحل:

$$Number\ of\ links = \text{n} + \text{m} - 1 = 15 + 4 - 1 = 18\ \text{links}$$

$$Number\ of\ ports\ per\ device = 1\ \text{port}$$



مزايا طوبوغرافيا Tree

مزايا طوبوغرافيا Tree هي نفس مزايا طوبوغرافيا Star بالإضافة إلى المزايا التالية:

1) يسمح بأجهزة عديدة أن تتصل ب hub المركزي وبالتالي زيادة مسافات سريان الإشارات بين الأجهزة

2) تسمح للشبكة بعزل بعض الأجهزة أو إعطاء أسبقيات مرور (توصيل مباشر إلى Hub المركزي) لبعض الأجهزة (مصممي ومشغلي الشبكة) لتحقيق السرعة

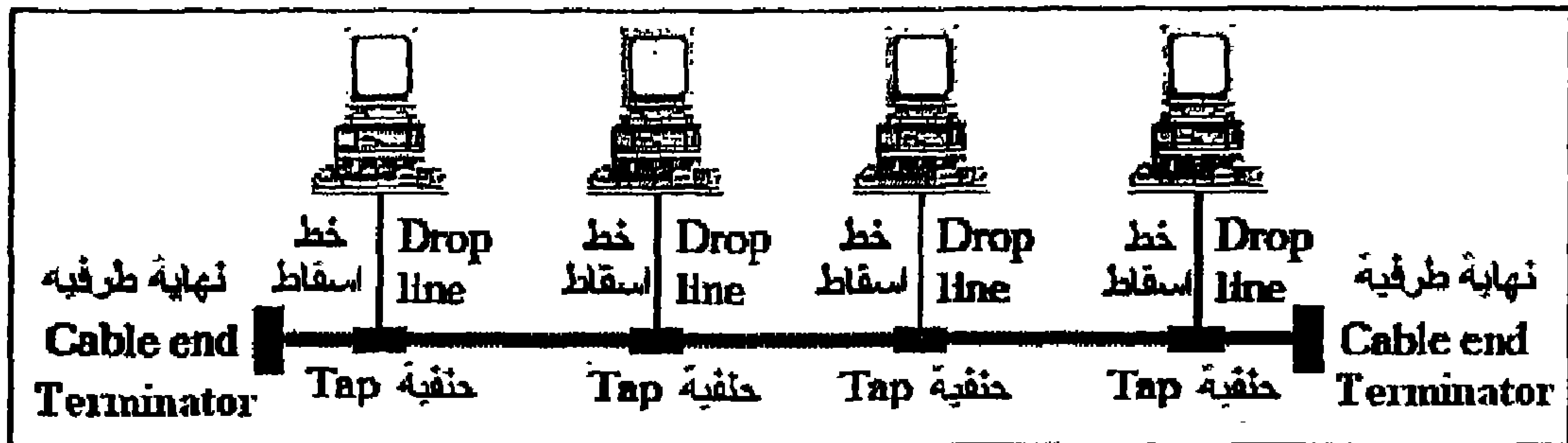
المطلوبة لتداول البيانات وإدخالها إلى الشبكة وعدم الدخول في مشاكل وأعطال Hubs الفرعية وكذلك عدم الانتظار للدخول على Hub المركزي

عيوب طوبوغرافيا Tree

عيوب طوبوغرافيا Tree هي نفس عيوب طوبوغرافيا Star من حيث أنه إذا حدث عطل في Hub المركزي فسيؤدي إلى عطل الشبكة بالكامل وإذا حدث عطل في أحد Hub الفرعية فسيتم فصل الأجهزة المتصلة بهذا Hub الفرعي عن الشبكة

6.2.4) طوبوغرافيا الخط BUS Topology

الشكل رقم 8 يوضح شكل طوبوغرافيا الخط Bus



شكل 8 : شكل طوبوغرافيا الشجرة Bus

طوبوغرافيا Bus هي شبكة الناقل الخطي وبنيتها أسهل وأبسط بنية فهي تتألف من cable وحيد على الشبكة تتصل به كل الأجهزة ويستطيع أي جهاز أن يرسل إلى أي جهاز آخر وتنتقل هذه الرسالة إلى كافة الأجهزة الموجودة على الشبكة ولكن لا يستطيع قراءتها إلا الجهاز المرسلة له وذلك من خلال تحديد عنوان المستقبل داخل إطار الرسالة ويكون المرسل في هذه اللحظة هو المسيطر على الشبكة حتى ينتهي من عملية الإرسال.

في طوبوغرافيا Bus :

طوبوغرافيا Bus هي شبكة متعددة النقاط (multipoint configuration) حيث تكون كلّ الأجهزة فيها متصلة بكابل واحد يعمل كعمود فقريّ لربط كلّ الأجهزة على الشبكة . في طوبوغرافيا Bus حزمة البيانات تُنقل إلى كلّ الأجهزة داخل الشبكة في نفس الوقت. الأجهزة تتصل بالكبل الخطي بواسطة كابلات إسقاط (drop line) وحنفيات (Tap).

خط الإسقاط (drop line) هو توصيله بين الجهاز والكبل الرئيسي. نظرا لأن الإشارة ترسل عبر الكبل الرئيسي فيجب أن ينتهي هذا الكبل الرئيسي بحمل ملائم (matching load) لمنع ارتداد الإشارة على الشبكة . إذا كان هناك قطع (short) في مكان ما وإذا لم يكن موجود حمل امتصاص (matching load) ملائم فأن الإشارة المرتدة ستعود إلى الشبكة وستقف عملية الاتصال. عدد الأجهزة المتصلة بالكبل تؤثر على كفاءة الشبكة.

حيث أن الإشارة تسير خلال الكبل فأن جزء من طاقتها سيتحول إلى حرارة وبالتالي ستضعف الإشارة. ولهذا السبب يجب أن يكون هناك قيود على عدد الحنفيات (Tap) والمسافة بينهم. كلما زاد عدد الأجهزة المتصلة بالكبل زاد زمن الانتظار للبيانات وبالتالي ستكون الشبكة بطيئة ونظرا لأن الأجهزة متصلة خلال كابل فسيكون هناك كمية ضوضاء كبيرة. كلما زادت عدد الأجهزة زادت نسبة الضوضاء وبالتالي قلت كفاءة الشبكة

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Bus

عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة يمكن حسابه من المعادلة:

$$\textit{Number of links} = n + 1$$

حيث أنه يوجد كابل رئيسي (backbone) وكابل إسقاط لكل جهاز

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$Number\ of\ ports\ per\ device = 1$$

مثال4 :

شبكة Bus تحتوي على 8 أجهزة. أحسب عدد الروابط وعدد المخارج لكل جهاز

الحل:

$Number\ of\ links = \text{n} + 1 = 9\ \text{links}$

$Number\ of\ ports\ per\ device = 1\ \text{port}$

مزايا طوبوغرافيا Bus

1) سهولة التركيب: حيث أن كابل العمود الفقري (backbone cable) يوضع في أفضل مسار ثم يتم توصيله بالأجهزة بواسطة كابلات إسقاط (drop lines) مختلفة الأطوال
2) يستخدم كابلات أقل من طوبوغرافيا Mesh , and Tree
3) رخيصة الثمن

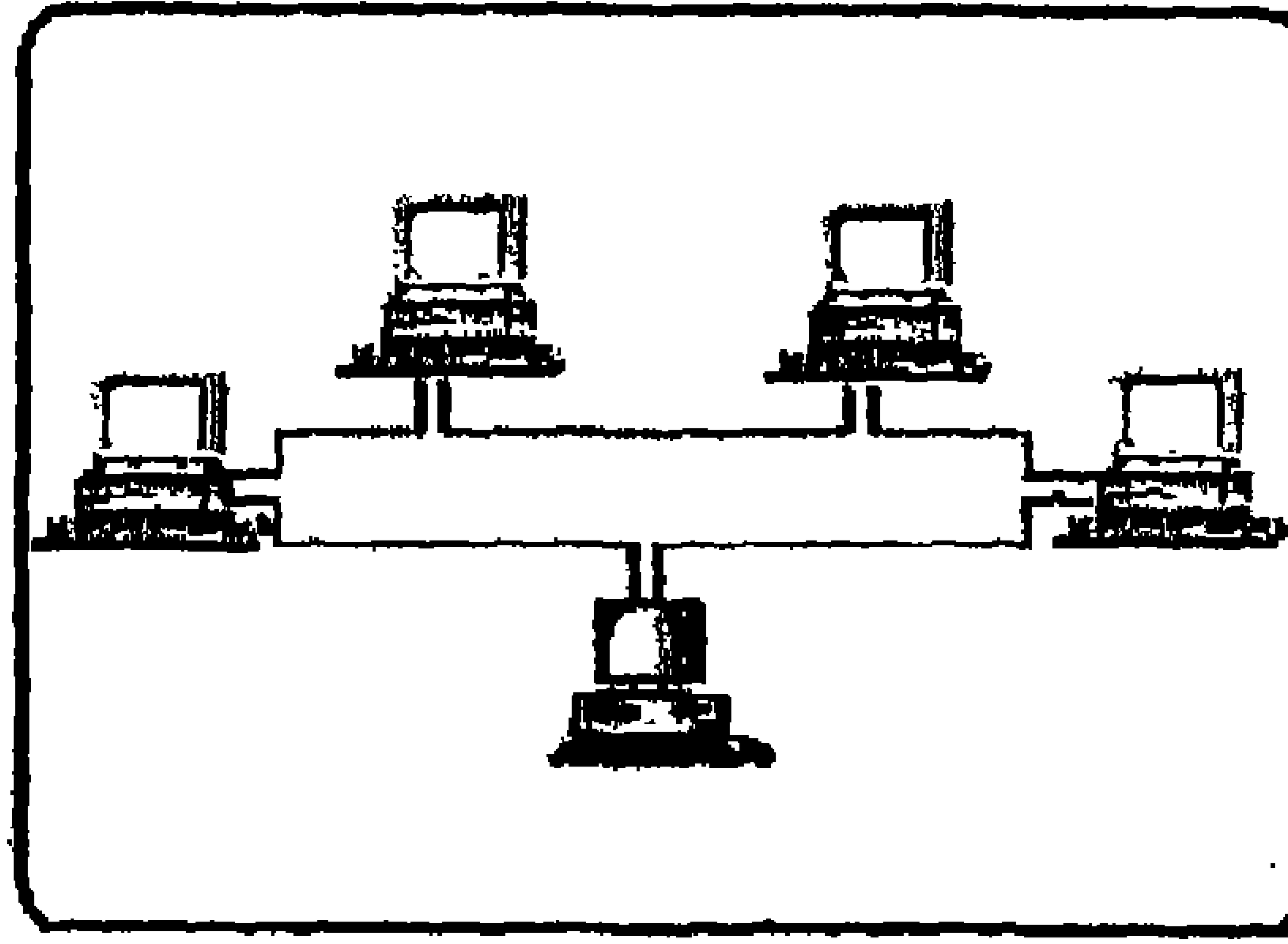
عيوب طوبوغرافيا Bus

1) صعوبة معرفة العطل وعزله
2) طوبوغرافيا Bus يُصَمّم عادة لتحقيق كفاءة مرضية عند التركيب وبالتالي يكون من الصعب إضافة أجهزة جديدة على الشبكة
3) يمكن أن يسبّب انعكاس الإشارة تقليل في جودة الشبكة. هذا التقليل يمكن أن يتحكم فيه بتحديد عدد الأجهزة والمسافة بينها
4) إضافة أجهزة جديدة قد تتطلب التعديل في الشبكة و قد يكون هناك حاجة لتغيير الخط الرئيسي

5) الخطأ أو القطع في كابل (backbone cable) يوقفان كلّ الإرسال، حتى بين الأجهزة المشتركة في نفس جانب المشكلة حيث أن منطقة الضرر تعكس الإشارات باتجاه الأصل وتخلق الضوضاء في كلا الاتجاهين

(6.2.5 طوبوغرافيا الحلقة RING Topology

الشكل رقم 9 يوضح شكل طوبوغرافيا الحلقة Ring



شكل 9 : شكل طوبوغرافيا الحلقة Ring

طوبوغرافيا Ring هي شبكة تكون على شكل دائري من الناحية النظرية حيث تنتقل الإشارات من جهاز إلى جهاز آخر في اتجاه واحد فقط وبكل جهاز يوجد طرفين للتوصيل أحدهما للإرسال إلى الجهاز التالي والآخر للاستقبال من الجهاز الذي قبله

في طوبوغرافيا Ring :

في طوبوغرافيا Ring يكون لدى كلّ جهاز خطّ ربط واحد (point-to-point) فقط بالجهازين على جانبيه . في طوبوغرافيا Ring تكون الأجهزة موصّلة على كابل دائري .لا يوجد نهايات طرفية مثل طوبوغرافيا Bus . الإشارة تسير حول loop وتمر بكل جهاز (الذي يقوم بإعادة إرسال الإشارة بعد تكبيرها) حتى تصل إلى المقر الأخير.

على مقياس كبير شبكات LAN يمكن أن تتصل ببعضها خلال شبكة حلقية بواسطة استخدام كابل ألياف بصرية

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Ring

عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة يمكن حسابه من المعادلة:

$$\textit{Number of links} = \mathrm{n}$$

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$\textit{Number of ports per device} = 2$$

مثال5 :

شبكة Ring تحتوي على 8 أجهزة. أحسب عدد الكابلات (الروابط) وعدد المخارج لكل جهاز

الحل:

$$\textit{Number of links} = \mathrm{n} = 8 \text{ links}$$

$$\textit{Number of ports per device} = 2 \text{ ports}$$

مزايا طوبوغرافيا Ring

1) كل جهاز يقوم بتكبير الإشارة وبالتالي يزيد من قوة الإشارة المرسلة واتساع مساحة الشبكة
2) سهولة التركيب والتشبيك حيث أن كل جهاز يتصل فقط بالجهاز الذي قبله والذي بعده
3) لإضافة أو حذف جهاز يستلزم فقط تحريك توصيلتان
4) سهولة تحديد وعزل الأعطال حيث أنه إذا لم يستلم جهاز الإشارة خلال فترة معينة فأنه يصدر إنذار لتنبيه المرسل بوجود عطل وموضعه
5) قليلة الضوضاء

عيوب طوبوغرافيا Ring

1) يمكن أن يكون المرور الأحاديّ الاتجاه عيب وذلك لتأخر وصول الرسالة إلى الأجهزة في الاتجاه العكسي لسريان الرسالة
2) جهاز واحد فقط الذي يعمل في المرة الواحدة من خلال عملية Token passing
3) أكثر تكلفة من طوبوغرافيا Bus
4) إذا انقطع الكبل الدائري يتوقف الشبكة بشكل كامل.
5) إذا حدث فصل أو عطل لأحد الأجهزة يتوقف عمل الشبكة بالكامل. للتغلب على هذا العيب يمكن استخدام بدال (switch) لغلق مسار الجهاز المعطل

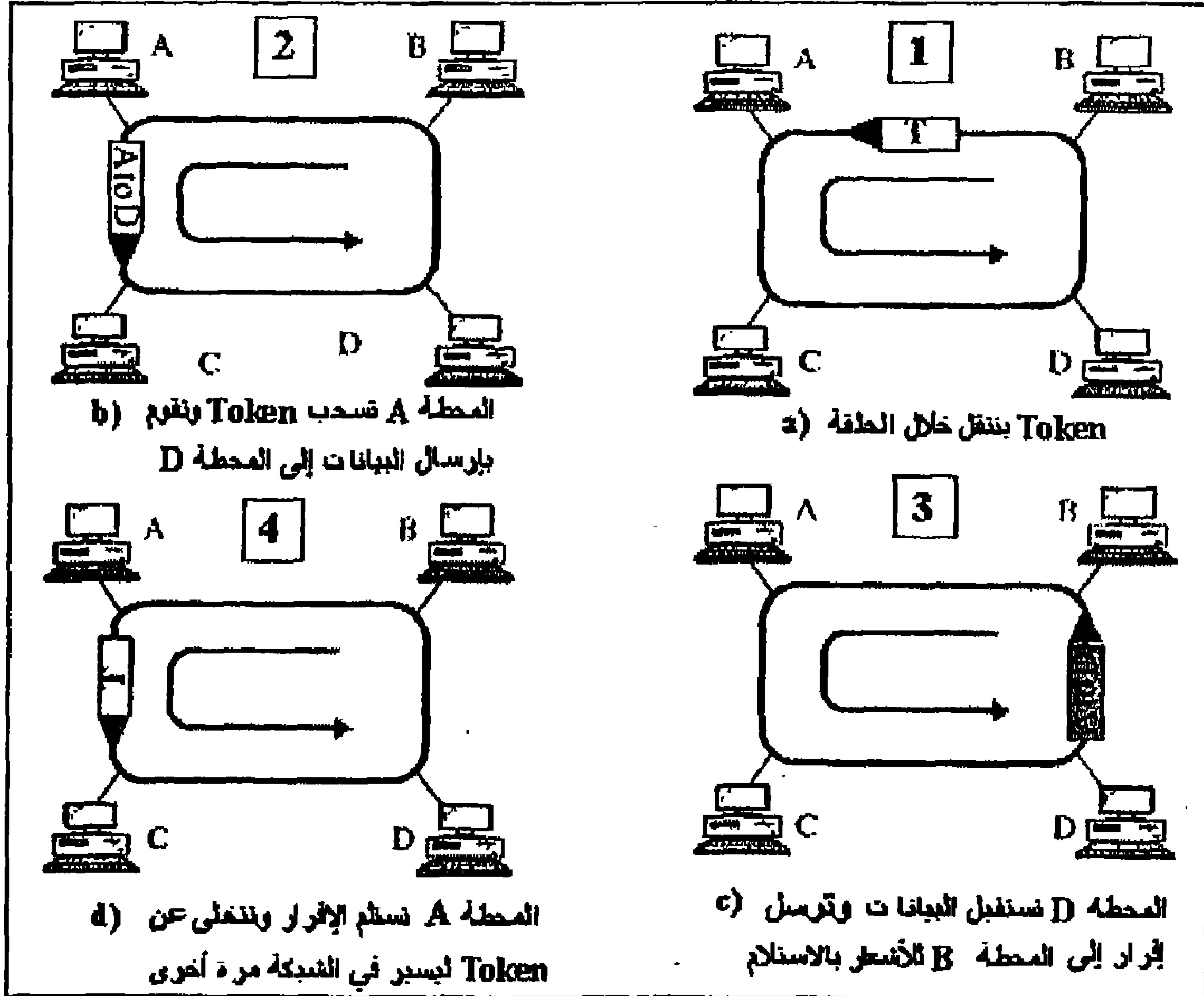
تمرير أمارة الاتصال (Token Passing)

طريقة إرسال البيانات حول شبكة Ring تسمى بعملية تمرير أمارة الاتصال (token passing) . الأمارة (token) هي مجموعة متتالية من البتات (series of bits) تدور في الحلقة بغرض التحكم في الدخول على الشبكة . تسمح حيازة token لجهاز واحد فقط داخل الشبكة أن يرسل المعلومات. الجهاز الذي سيرسل بيانات يسحب token من الحلقة (لن يتمكن جهاز آخر على الشبكة من إرسال معلومات وذلك لعدم وجود Token على الشبكة) ثم يرسل الرسالة حول الشبكة والتي تحتوي على عنوان المستقبل. كل جهاز تمر علية الرسالة يقوم بتمريرها إلى الجهاز الذي يليه حتى تصل الإشارة إلى الجهاز المحدد بالعنوان الموجود داخل الرسالة.

الجهاز الذي استقبل الرسالة يقوم بإعادة رسالة (reply) إلى الجهاز المرسل لأخباره انه استلم الرسالة. بعد التحقق من استلام المستقبل للرسالة وسلامتها يقوم الجهاز الذي أرسل الرسالة بتوليد token جديدة وإدخالها على الشبكة وفي هذا الحالة يمكن لجهاز آخر من إرسال رسائل على الشبكة

مثال 6:

الشكل رقم 10 يوضح كيف أن المحطة A يمكنها إرسال رسالة المحطة D باستخدام Token Passing



شكل 10: المحطة A تقوم بإرسال رسالة إلى المحطة D باستخدام Token Passing

6.2.6) الطوبوغرافيا المختلط HYBRID Topology

الشبكات غالبا لا تصمم باستخدام نوع فقط واحد من الطوبوغرافيا. للاستفادة من مزايا كل طوبوغرافيا يمكن دمج أكثر من طوبوغرافيا في تصميم الشبكة. هناك ثلاثة أنواع شائعي الاستخدام في الطوبوغرافيا المختلط hybrid هم:

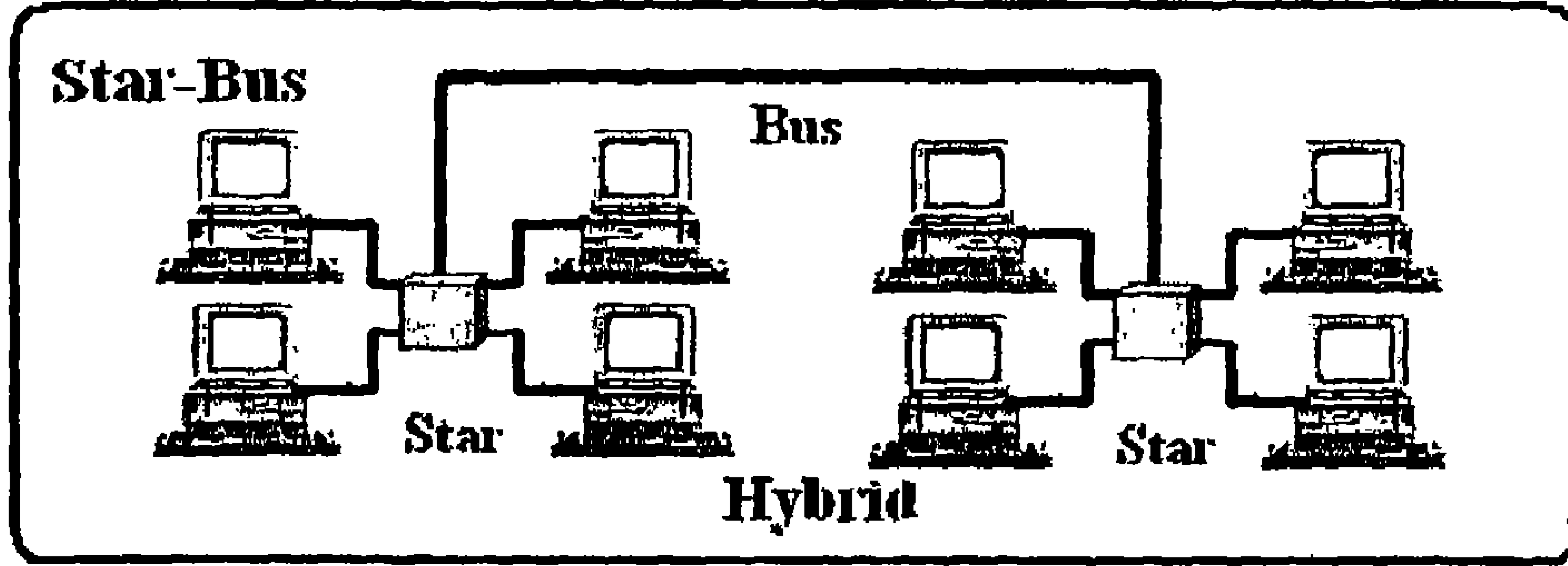
a) star-bus topology ,

b) star-ring topology and

c) Star-ring-bus topology.

a) Star-bus topology

الشكل رقم 11 يوضح شكل شبكة Star-Bus

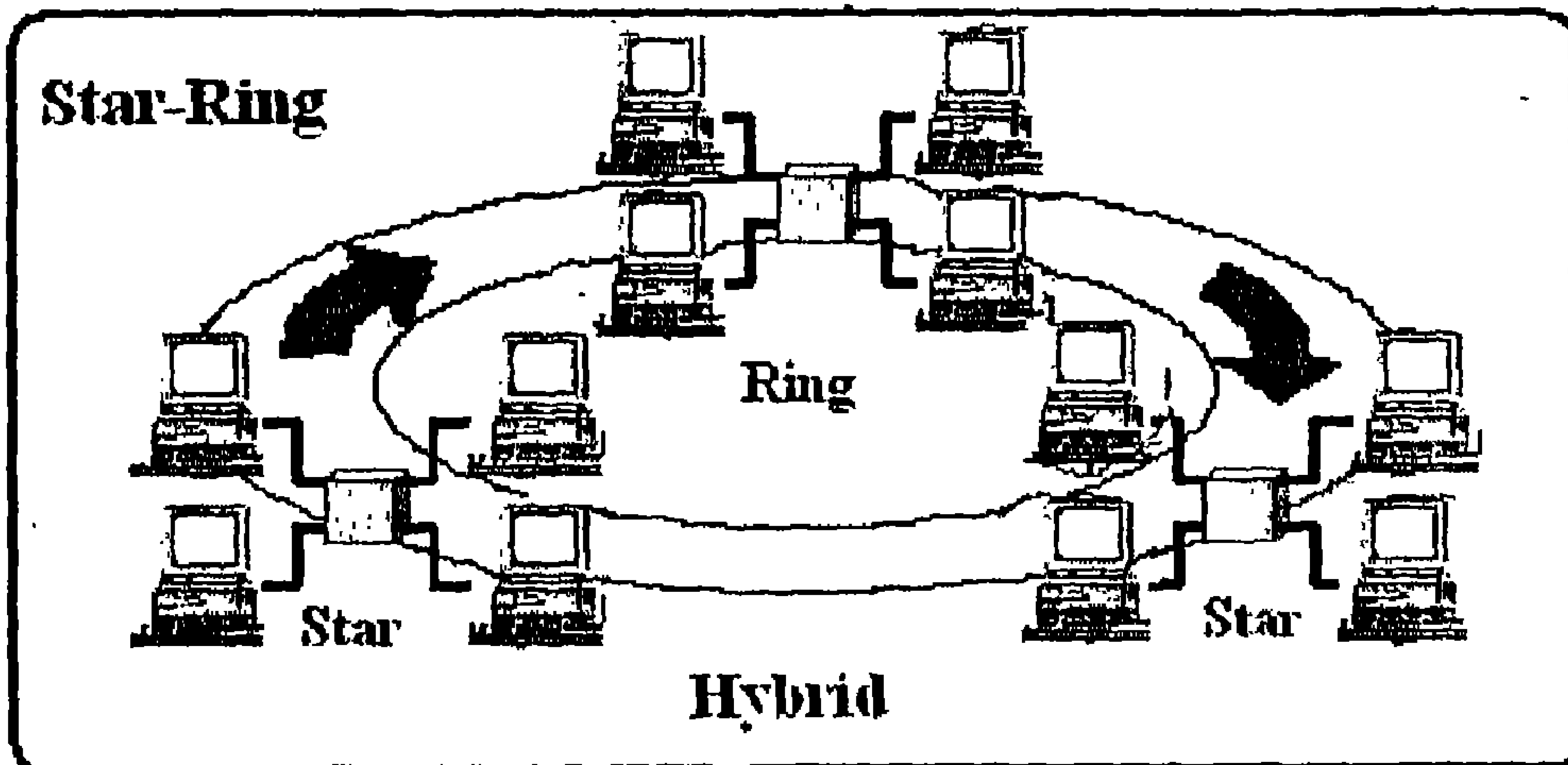


شكل 11 : شكل شبكة Star-Bus

في شبكة Star-Bus يوجد مجموعة من طوبوغرافيا Star متصلة برابط واحد (bus). يمكن إضافة طوبوغرافيا Star آخر إلى الرابط (Bus). في شبكة Star-Bus إذا سقط جهاز واحد لا يؤثر على باقي الشبكة. إذا سقط Hub أنعدم الاتصال داخل الشبكة الخاصة بهذا Hub فقط

b) Star-ring topology

الشكل رقم 12 يوضح شكل شبكة Star-Ring

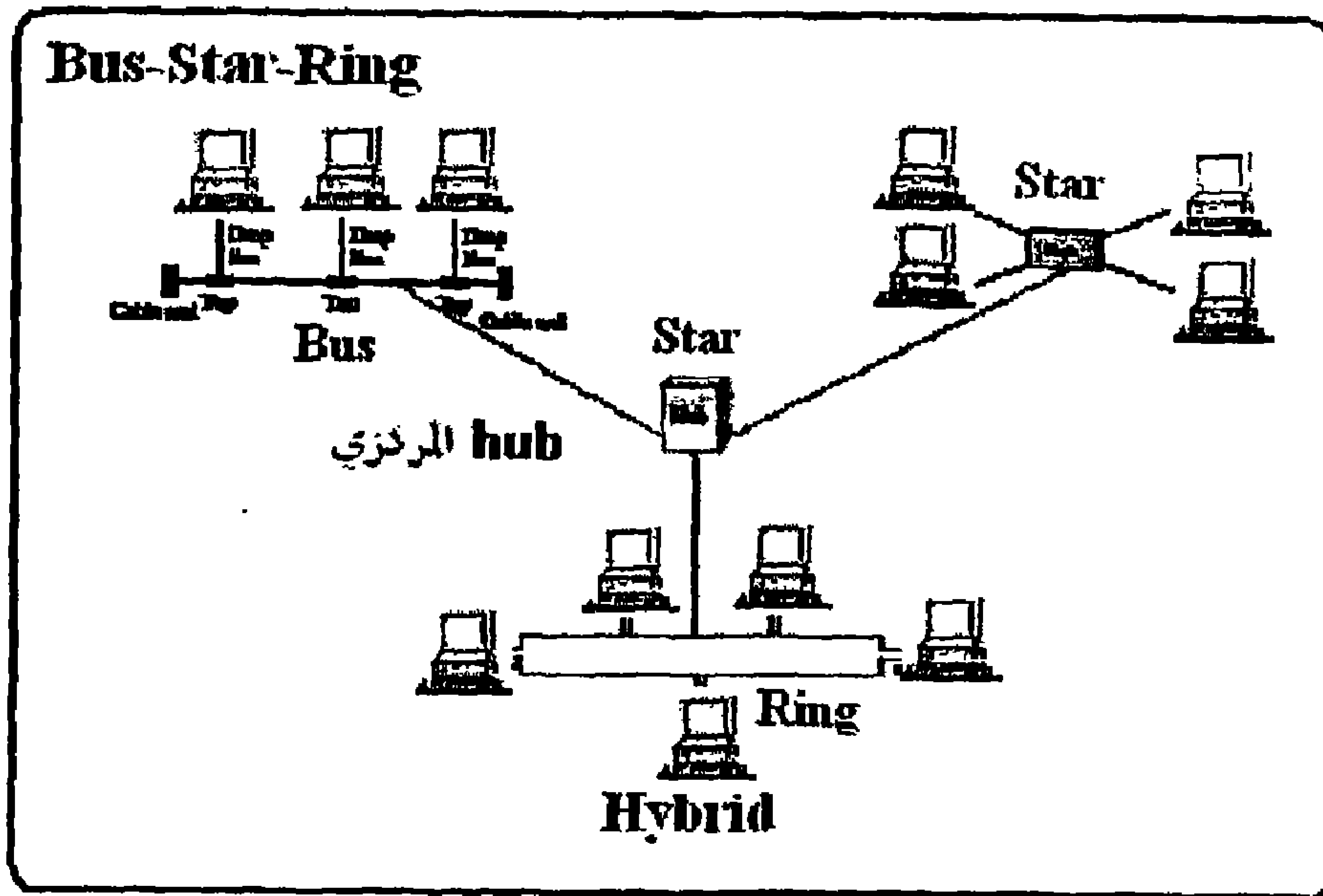


شكل 12 : شكل شبكة Star-Ring

في شبكة Star-Ring يتم توصيل بعض الأجهزة لتكوين طوبوغرافيا Star باستخدام Hub لكل طوبوغرافيا. يتم ربط طوبوغرافيا Star برابط حلقي لتكوين شبكة حلقية (Ring) تتكون من عدة طوبوغرافيا Star داخلية. إذا حدث عطل في أحد الأجهزة لا يؤثر على باقي أجزاء الشبكة. باستخدام خاصية تمرير token يكون لجميع الأجهزة داخل الشبكة نفس فرص الاتصال وبالتالي سماحية المرور بين أكثر من جهاز مقارنة بشبكة Star-Bus السابقة

c) Star-ring-bus topology

الشكل رقم 13 يوضح شكل شبكة Bus-Star-Ring



شكل 13 : شكل شبكة Bus-Star-Ring

في شبكة Bus-Star-Ring الاتصال يتم بصورة مركزية من خلال Hub مركزي. الطوبوغرافيا Bus, Star and Ring يتم ربطهم بطوبوغرافيا Star . إذا حدث عطل في Hub المركزي سقط الربط المركزي وكل شبكة تعمل بصورة منفردة . Hub المركزي يتحكم في المسارات بين الشبكات الثلاثة

6.3) أصناف الشبكات SCOPES OF NETWORKS

أصناف الشّبكة تشير إلى حجمها الجغرافيّ. يمكن أن تتراوح الشّبكة في الحجم من عدد محدود من الأجهزة داخل مكتب واحد إلى الآلاف من الأجهزة المتّصلة معًا عبر مسافات بعيدة. مجال الشّبكة يُحَدَّد بحجم الشبكة أو المسافة بين المستخدمين على الشّبكة. المجال يحدّد كيفية تصميم الشّبكة و العناصر المادية التي تُستَخدَم في بنائها.

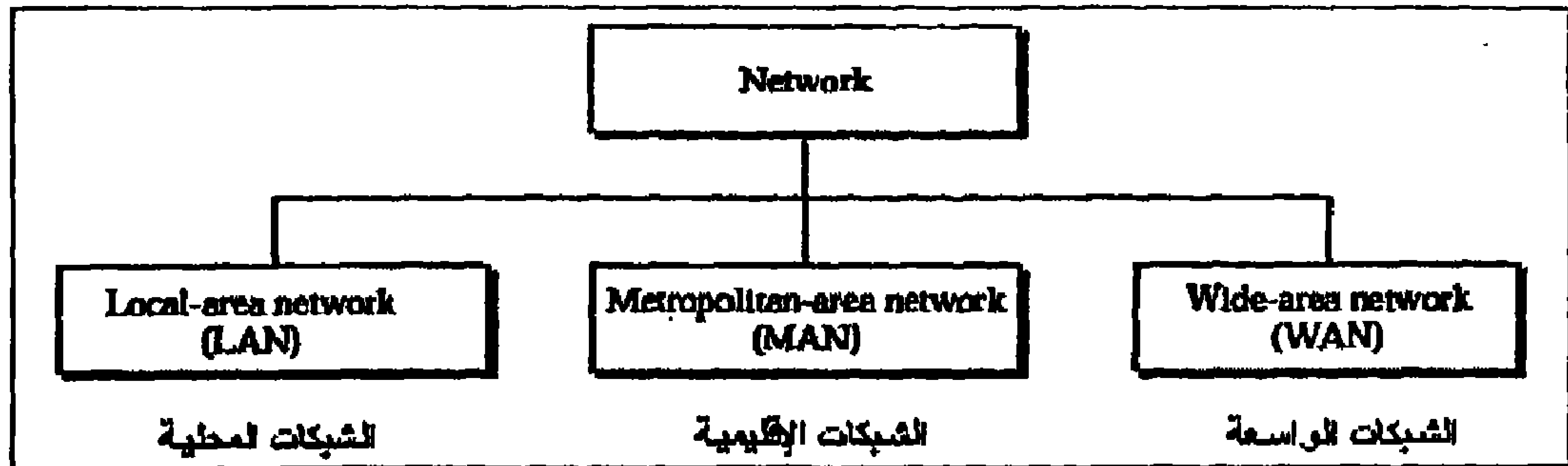
تبعا للمساحة التي يمكن أن تغطيها يمكن تقسيم الشبكة إلى ثلاثة أصناف هي:

a) الشبكات المحلية Local Area Networks (LAN)

b) الشبكات الإقليمية Metropolitan Area Network (MAN)

c) الشبكات الواسعة Wide Area Networks (WAN)

الشكل رقم 14 يوضح أصناف الشبكات



شكل 14 : أصناف الشبكات

a) الشبكات المحلية Local Area Networks (LAN)

هي شبكة الاتصال ذات الملكية الخاصة التي تغطي منطقة صغيرة مثل مبنى أو مكتب.

الشكل رقم 15 يوضح شبكات LAN والتي تغطي مبنى واحد أو عدة مبان

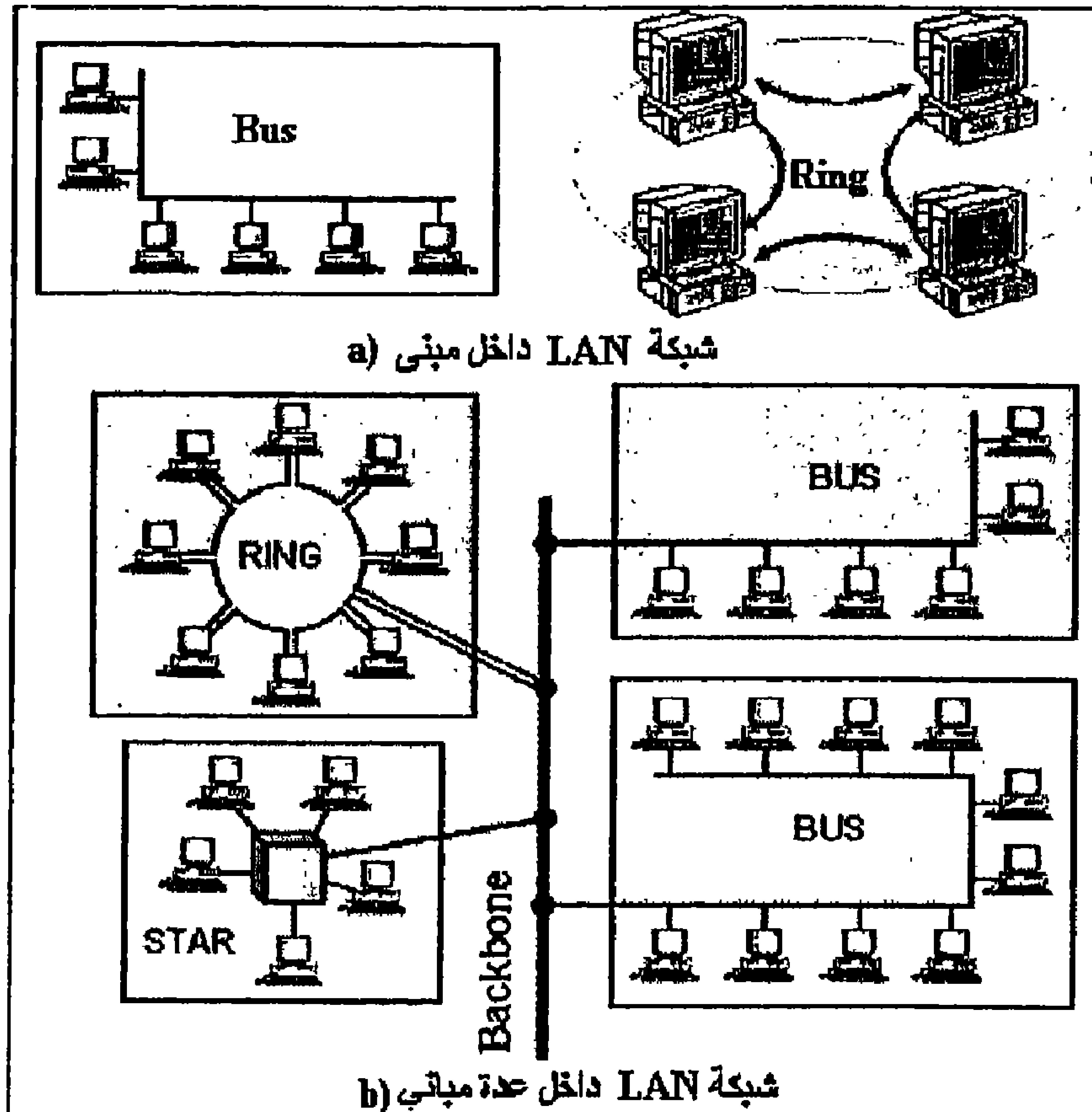
تصمم شبكة LAN لتسمح لأجهزة الحاسب بالمشاركة في استخدام الموارد (Resources). الموارد تكون مصادر مادية (الطابعات) أو برامج تطبيقية أو بيانات.

حجم LAN قد يُحَدَّد بقيود الترخيص على عدد المستخدمين لكلّ نسخة من البرامج، أو

بقيود على عدد المستخدمين المرخصين لاستخدام نظام التشغيل. بشكل عام تستخدم شبكة LAN نوع واحد من قنوات الاتصال .

تستخدم شبكات LAN في محيط التجارة والأعمال حيث يكون هناك ارتباط بين عدة أجهزة للعمل بصورة تعاونية مثل شبكة المعلومات داخل بنك أو ورش العمل داخل مصنع حيث يكون هناك جهاز واحد له سعة تخزينية فائقة وسرعة عالية جدا يسمى server ومجموعة من الأجهزة الفرعية تسمى clients . الطوبوغرافيا الشائع الاستخدام في شبكات LAN هو Star, Bus, and Ring .

عادة لدى شبكات محلية (LAN) معدّلات لسرعة البيانات من 4 إلى 16 Mbps وقد تصل هذه السرعة في المستقبل القريب إلى ما يزيد عن 200 Mbps



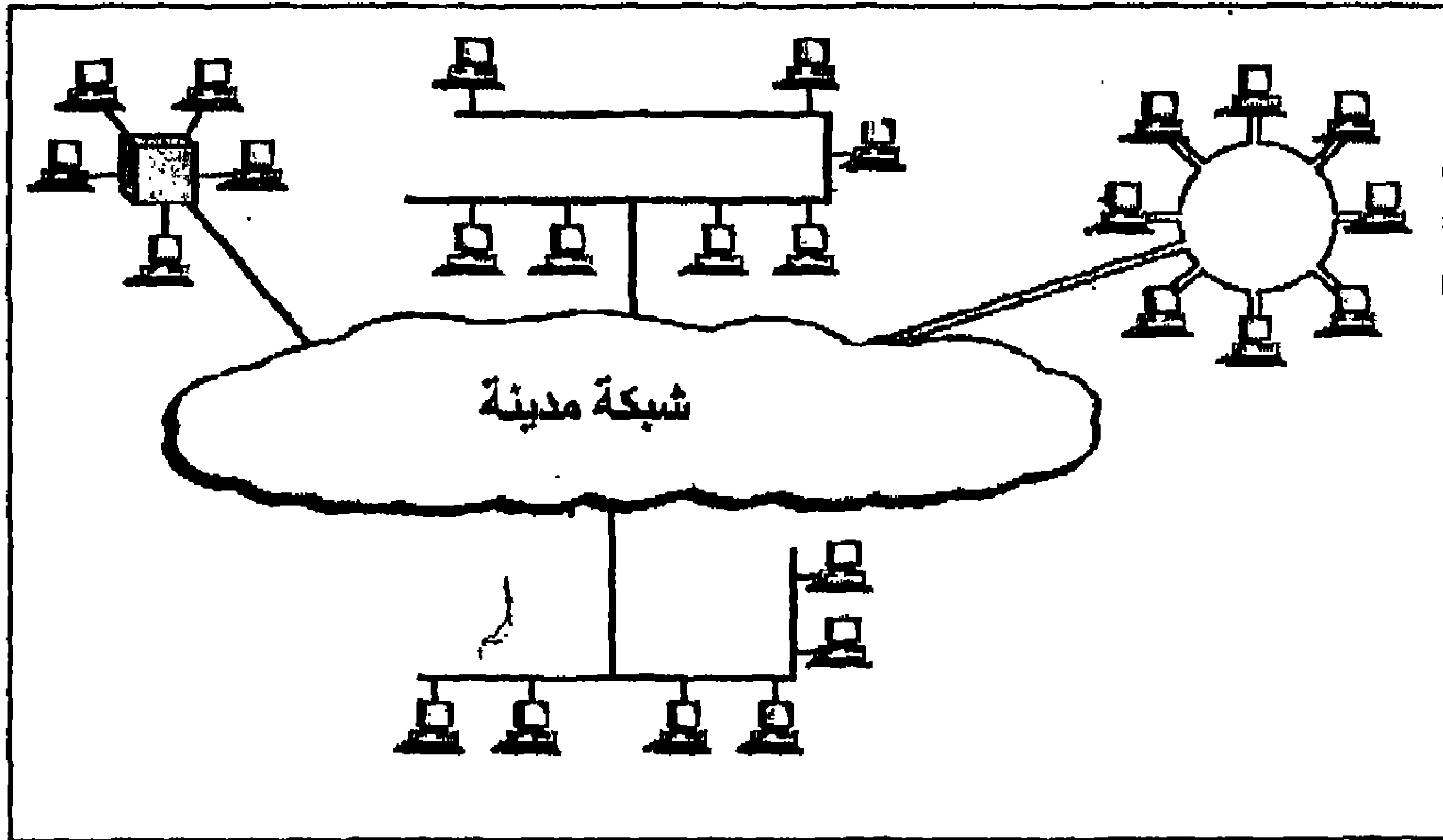
شكل 15: شبكات LAN والتي تغطي مبنى واحد أو عدة مبان

خواص شبكة الحاسب المحلية (LAN)

تتميز الشبكات المحلية (LAN) بعدة خصائص من أهمها: 1) قصر المسافة بين وحدات الشبكة لوجودها في منطقة جغرافية محدودة. 2) سرعة تراسل عالية بين وحدات الشبكة خاصة قد تصل إلى 100 Mbps. 3) إدارة الشبكة و ملكيتها لهيئة خاصة.

b) الشبكات الإقليمية Metropolitan Area Network (MAN)

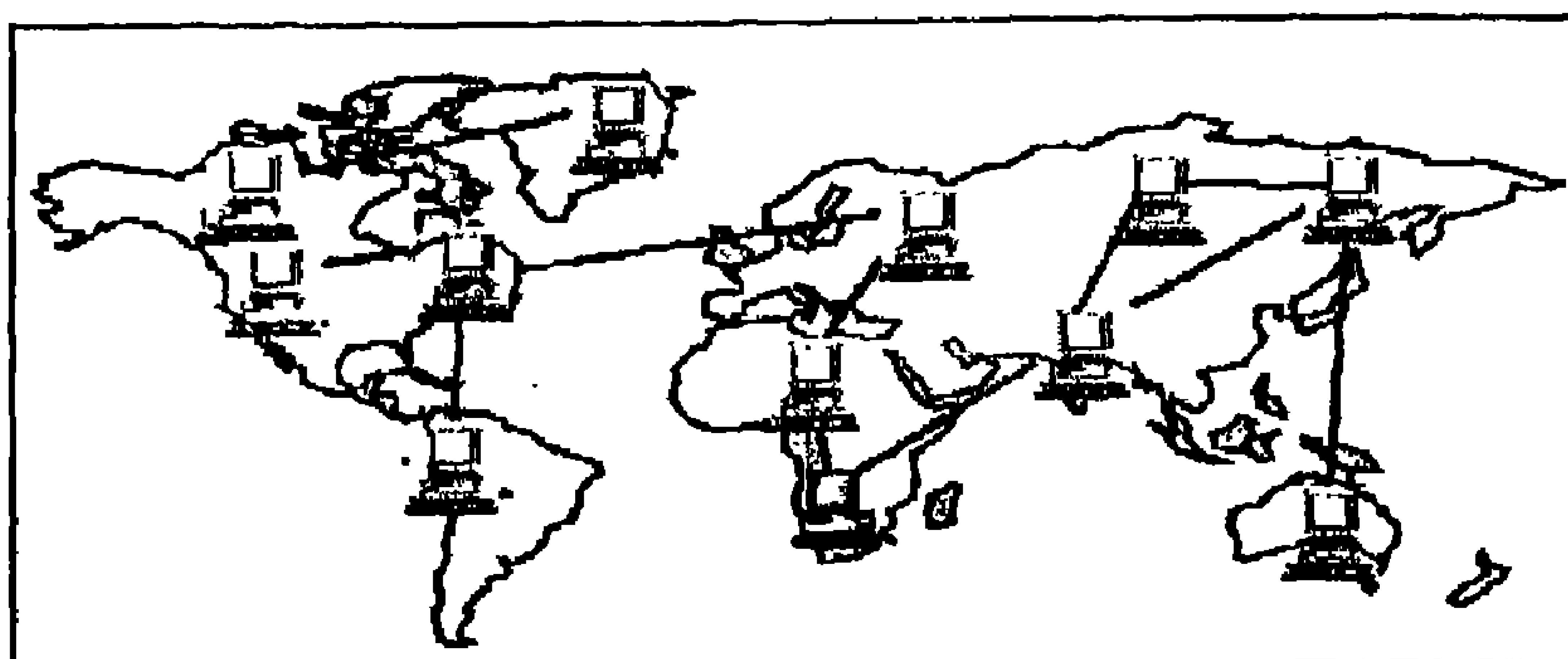
صُمِّمَت شبكة MAN للامتداد على مدينة بالكامل و قد تكون شبكة واحدة مثل شبكة التليفزيون الخاصّة، أو قد تتكون من توصيل عدد من شبكات محلية (LAN) في شبكة كبيرة. على سبيل المثال يمكن ربط البنوك الموجود في مدينة (city) ما من خلال ربط بنوك كل مقاطعة (town) في شبكة LAN ثم ربط شبكات LANs لتكوين شبكة MAN. شبكة MAN تُملك تمامًا و تُشغَلَ بواسطة شركة خاصّة، أو قد يكون خدماتها مزوّدة بشركة خاصة مثل شركات التليفون المحليّة. الشكل رقم 16 يوضح شبكة MAN والتي يمكن أن تغطي مدينة بأكملها



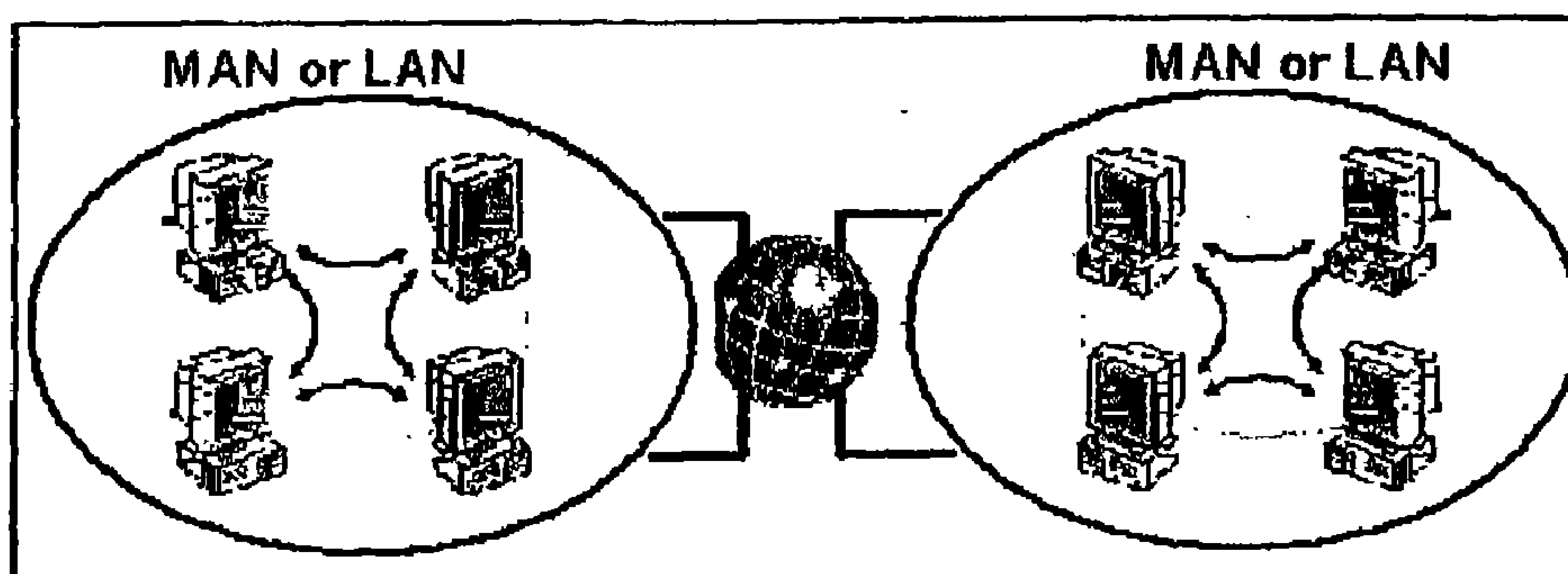
شكل 16: شبكة MAN والتي يمكن أن تغطي مدينة بأكملها

c) الشبكات الواسعة Wide Area Networks (WAN)

هي الشبكات التي تستخدم في الاتصالات الواسعة والتي تمكن من إرسال المعلومات والصور والصوت (multimedia) عبر مساحات جغرافية واسعة تشمل بلد (country) أو ربما تشمل قارة (continent) أو قد تصل إلى تغطية العالم بأسره (whole world). الشكل رقم 17 يوضح شبكة WAN والتي يمكن أن تغطي العالم بأسره. بشكل عام تتكون شبكة WAN من عدة شبكات MAN أو LAN يتم ربطهم من خلال الأقمار الصناعية المنتشرة عبر العالم كله (الشكل رقم 18)



شكل 17: شبكة WAN والتي يمكن أن تغطي العالم بأسره



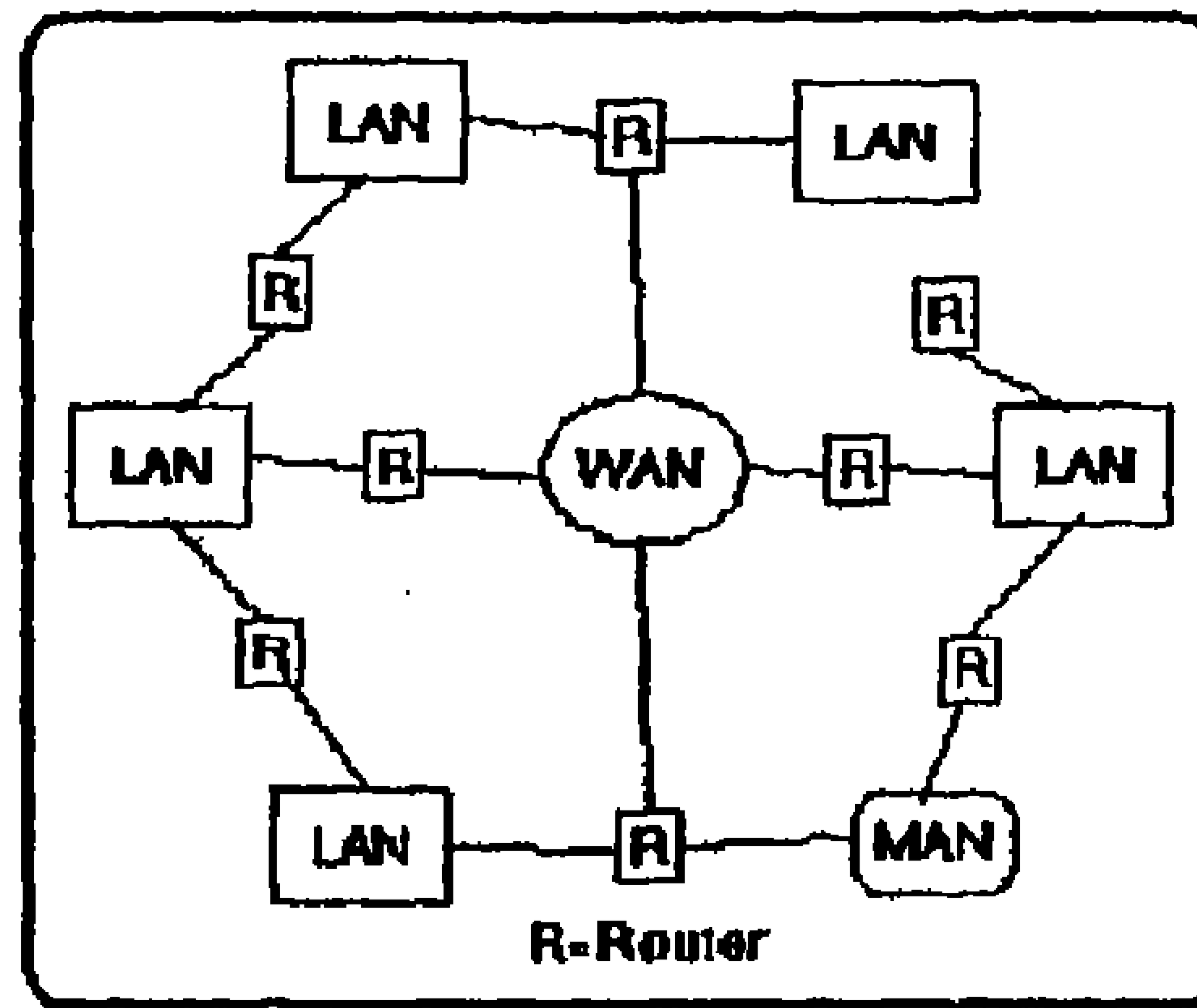
شكل 18: شبكة WAN تتكون من عدة شبكات MAN أو LAN
يتم ربطهم من خلال الأقمار الصناعية

على عكس الشبكات المحلية LAN والتي تعتمد على معداتها الخاصة في الاتصالات فان شبكة WAN قد تستخدم أجهزة اتصالات عامة أو مستأجرة، أو خاصة حيث يتم

تجميعهم وبالتالي يمكن امتداد مساحة تغطية الشبكة عبر مساحات جغرافية شاسعة قد تصل إلى آلاف الأميال

6.4) الانترنتورك (الانترنت) INTERNETWORK OR INTERNET

عندما يتم توصيل شبكتان أو أكثر يكون لدينا internet or internetwork (شكل رقم 19) حيث أن التوصيل بين هذه الشبكات يتم من خلال أجهزة ربط الشبكات مثل routers and gateway تبعا لأنواع البروتوكولات المستخدمة ومدى توافقها



شكل 19: الشبكات المتداخلة (internetworks) أو الانترنت (internet)

6.5) أنواع الشبكات تبعا لطريقة تبادل المعلومات داخل الشبكة

TYPES OF NETWORK ACCORDING TO DATA INTERCHANGE

تبعا لطريقة تبادل المعلومات داخل الشبكة تقسم الشبكات إلى:

a) شبكة النظير (الند) للنظير (الند) Peer-to-Peer network

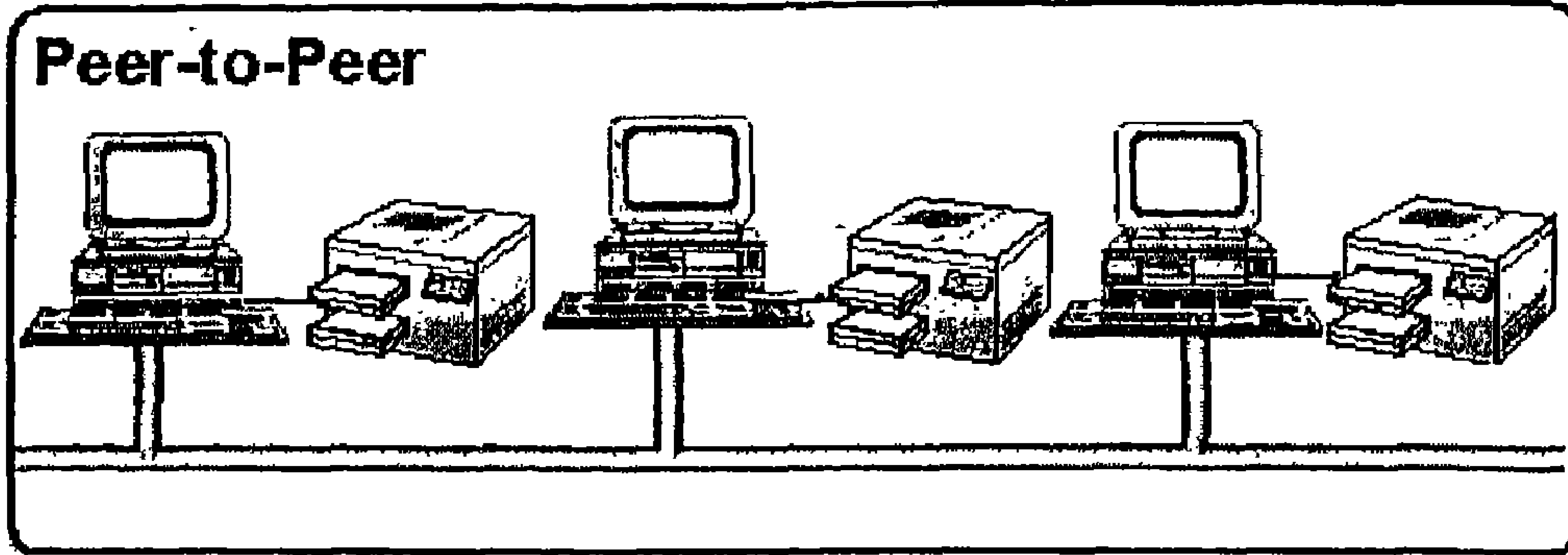
b) شبكة الخادم/الزبون

Server-based (Server- Client or Primary-Secondary) network

c) الشبكات المختلطة Combined Network

a) شبكة النظير (الند) للنظير (للند) Peer-to-Peer network

الشكل رقم 20 يوضح شبكة peer-to-peer network



شكل 20: شبكة peer-to-peer network

في شبكة peer-to-peer يحدّد كلّ كمبيوتر ما هي البيانات الموجودة عليه والتي سيتم تقاسمها على الشبكة. يمكن أن يستخدم المستخدمون في كلّ محيط عمل الطّابعات والملفات المشتركة على الكومبيوترات الخاصة بالآخرين. طوبوغرافيا Mesh and Ring أكثر الطوبوغرافيا ملائمة لشبكات peer-to-peer

تعتبر شبكات peer-to-peer مناسبة في الحالات التالية: 1) أن يكون عدد الأجهزة في الشبكة لا يتجاوز 10 أجهزة تقريبا. 2) أن يكون المستخدمون المفترضون لهذه الشبكة متواجدين في نفس المكان الذي توجد فيه الشبكة. 3) عدم وجود خطط لتنمية الشبكة وتطويرها في المستقبل القريب.

مميزات شبكة peer-to-peer :

من أهم مميزات شبكة :peer-to-peer (1 تعتبر تكلفتها قليلة بالمقارنة مع غيرها من شبكات الحاسب الأخرى. 2) لا تحتاج إلى أجهزة قوية لأن مهام إدارة موارد الشبكة موزعة على أجهزة الشبكة وليست موكلة على جهاز معين. 3) سهولة تثبيت الشبكة

وإعدادها، فكل ما تحتاجه هو نظام تشبيك بسيط من أسلاك موصولة إلى بطاقات الشبكة في كل جهاز من أجهزة الشبكة.

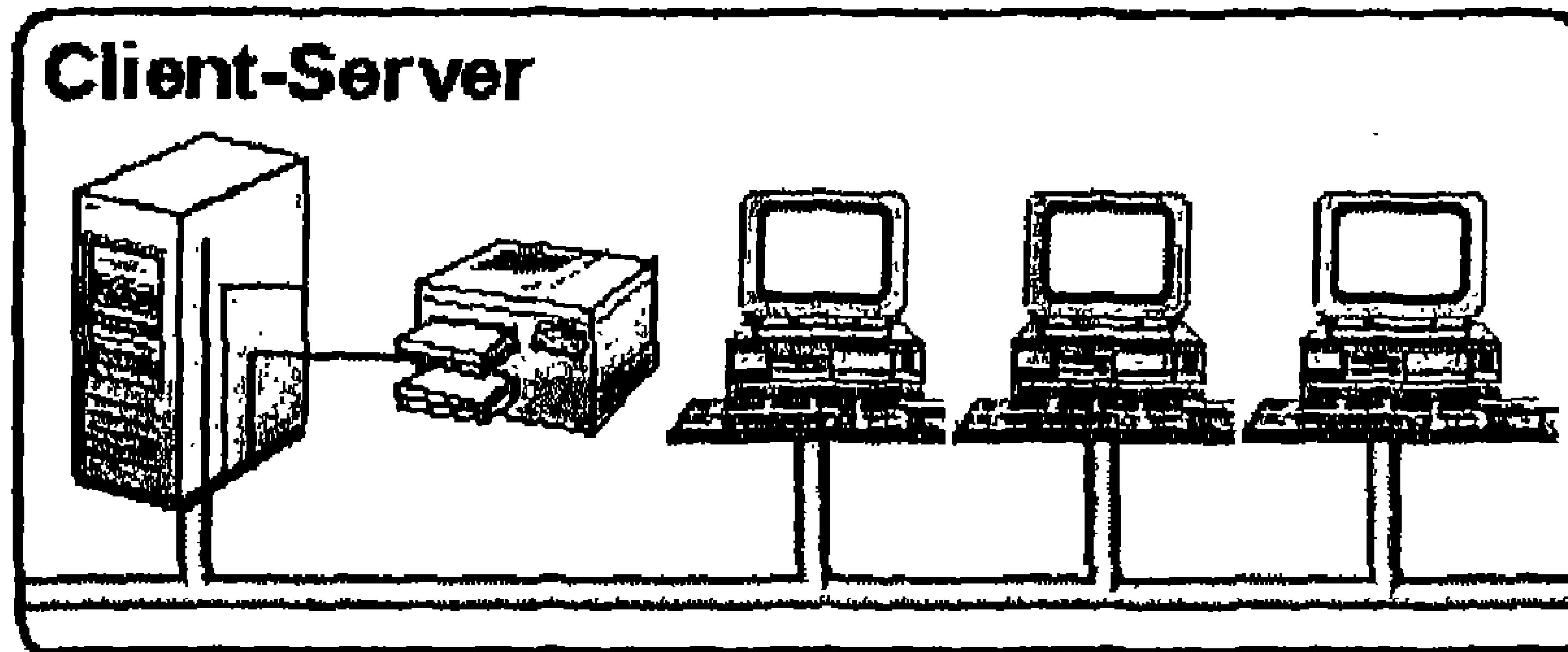
عيوب شبكة peer-to-peer :

من أهم عيوب شبكة peer-to-peer أنها غير مناسبة للشبكات الكبيرة، فمع نمو الشبكة وزيادة عدد المستخدمين يكون التحكم في إدارة الشبكة غاية في الصعوبة وبالتالي يكون هناك إهدار في الوقت والجهد وتفقد كفاءتها. كما أنه إذا زاد عدد المستخدمين في الشبكة يصبح الحفاظ على أمن الشبكة أمرا في غاية الصعوبة، و مع زيادة عدد الأجهزة على الشبكة يصبح إيجاد البيانات و الاستفادة من موارد الشبكة أمرا مزعجا لكل مستخدمي الشبكة.

b) شبكة الخادم/الزبون

Server-based (Server- Client or Primary-Secondary) network

الشكل رقم 21 يوضح شبكة Server-based network



شكل 21: شبكة Server-based network

تعتمد شبكة server-based network على وجود جهاز مركزي (server) ذو سعة تخزينية فائقة وسرعة معالجة للبيانات عالية جدا حيث يحتوي هذا server على جميع موارد الشبكة (resources) والتي يتم تداولها بواسطة عدد من المستخدمين Clients

في هذا النوع من الشبكات

يوجد جهاز واحد فقط يتحكم في المرور وباقي الأجهزة يجب أن ترسل خلاله.

طوبوغرافيا Star and Tree أكثر الطوبوغرافيا ملائمة لشبكات server-based.

طوبوغرافيا Bus مناسب بالتساوي لشبكات server-based and peer-to-peer

مميزات شبكة Server-based

من أهم مميزات شبكة server-based: 1) إمكانية النسخ الاحتياطي للبيانات وفق جدول زمني محدد. 2) حماية البيانات من الفقدان أو التلف. 3) تدعم هذه الشبكة آلاف من المستخدمين. 4) تزيل الحاجة لجعل أجهزة client قوية، وبالتالي من الممكن أن تكون الأجهزة رخيصة و بمواصفات متواضعة. 5) تكون موارد الشبكة متمركزة في جهاز واحد (server) مما يجعل الوصول للمعلومة أو المورد المطلوب أسهل بكثير فيما لو كان موزعا على عدة أجهزة، كما تسهل عملية إدارة البيانات و التحكم بها بشكل أفضل.

عيوب شبكة Server-based

من أهم عيوب شبكة server-based : 1) إذا حدث عطل في Server فإن ذلك يؤدي حتما إلى توقف تبادل البيانات على الشبكة و بالتالي إلى توقف الشبكة عن العمل.

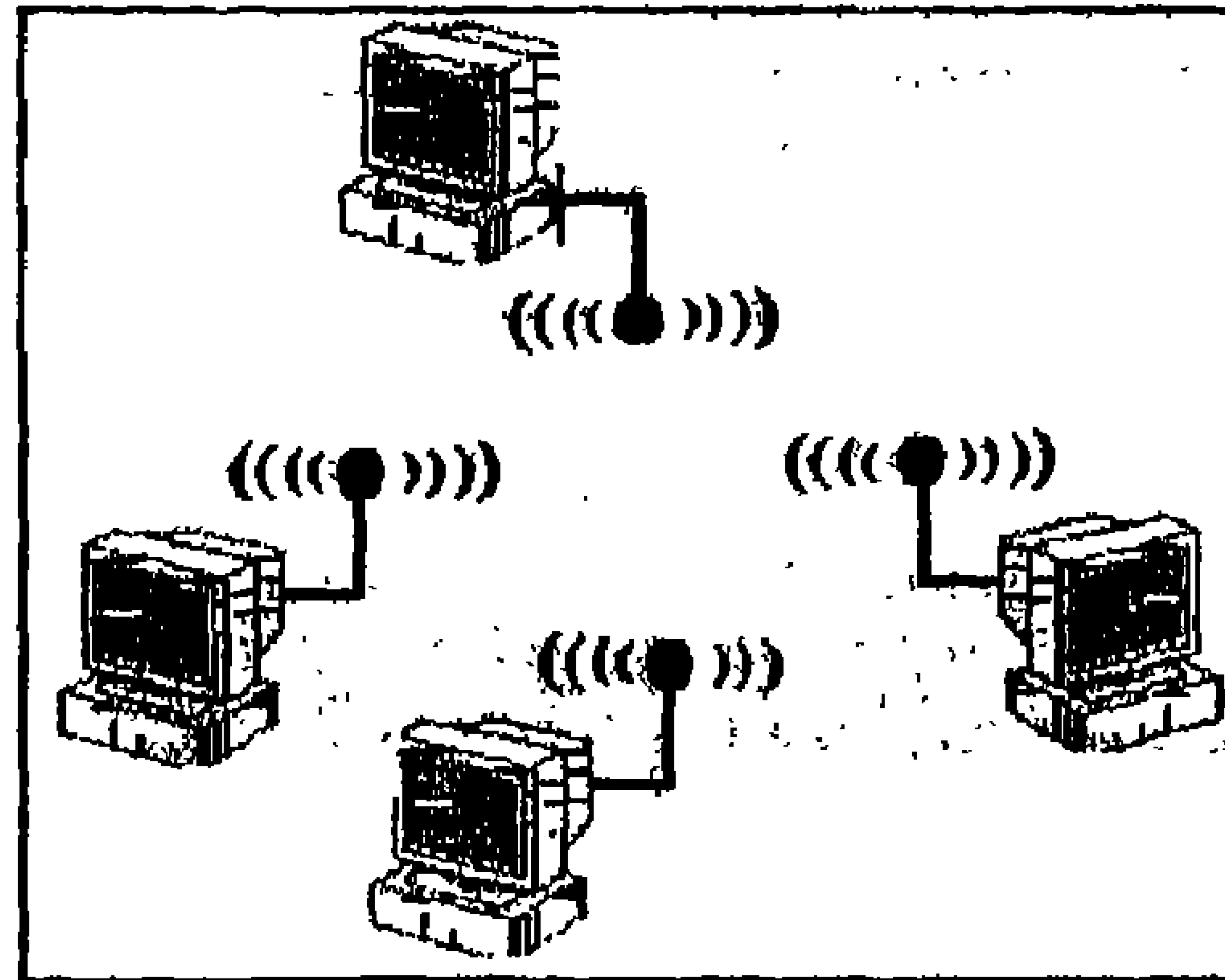
c) الشبكات المختلطة Combined Network

هي الشبكات الناتجة عن دمج شبكتي (peer-to-peer and server-to client) . من أهم خصائصها التالي: 1) يعمل المستخدمون على مشروع مشترك بينهم. 2) تؤمن التحكم و الإدارة المركزية للبيانات. 3) تؤمن الموقع المركزي لموارد الشبكة. 5) توزيع نشاطات المعالجة على أجهزة الشبكة وبالتالي ستكون الشبكة قائمة على مزود واحد ولكنها قادرة على القيام بمهمات شبكات الند للند عند الضرورة.

6.6) شبكات النقل اللاسلكي Wireless Transport Network

أتاح التقدم التقني في الاتصالات اللاسلكية إمكانية استخدام تقنية الانتشار الموجي في العديد من شبكات النقل التي تقوم بنقل الإشارة لاسلكيا ومعالجتها داخل الشبكة بين المرسل والمستقبل. شبكات النقل اللاسلكي تستخدم وسائط ربط لاسلكي حيث يتم انتقال البيانات في صورة موجات كهرومغناطيسية يتم بثها في الفراغ بواسطة هوائيات الإرسال (Antennas)

الشكل رقم 22 يوضح شبكة نقل لاسلكي يتم ربط الأجهزة خلالها لاسلكيا وبصورة مباشرة. الشكل رقم 23 يوضح شبكة نقل لاسلكي من خلال ربط الشبكات لاسلكيا حيث يوجد ثلاث شبكات LAN سلكية يتم ربطهم لاسلكيا من خلال وسائط النقل اللاسلكي

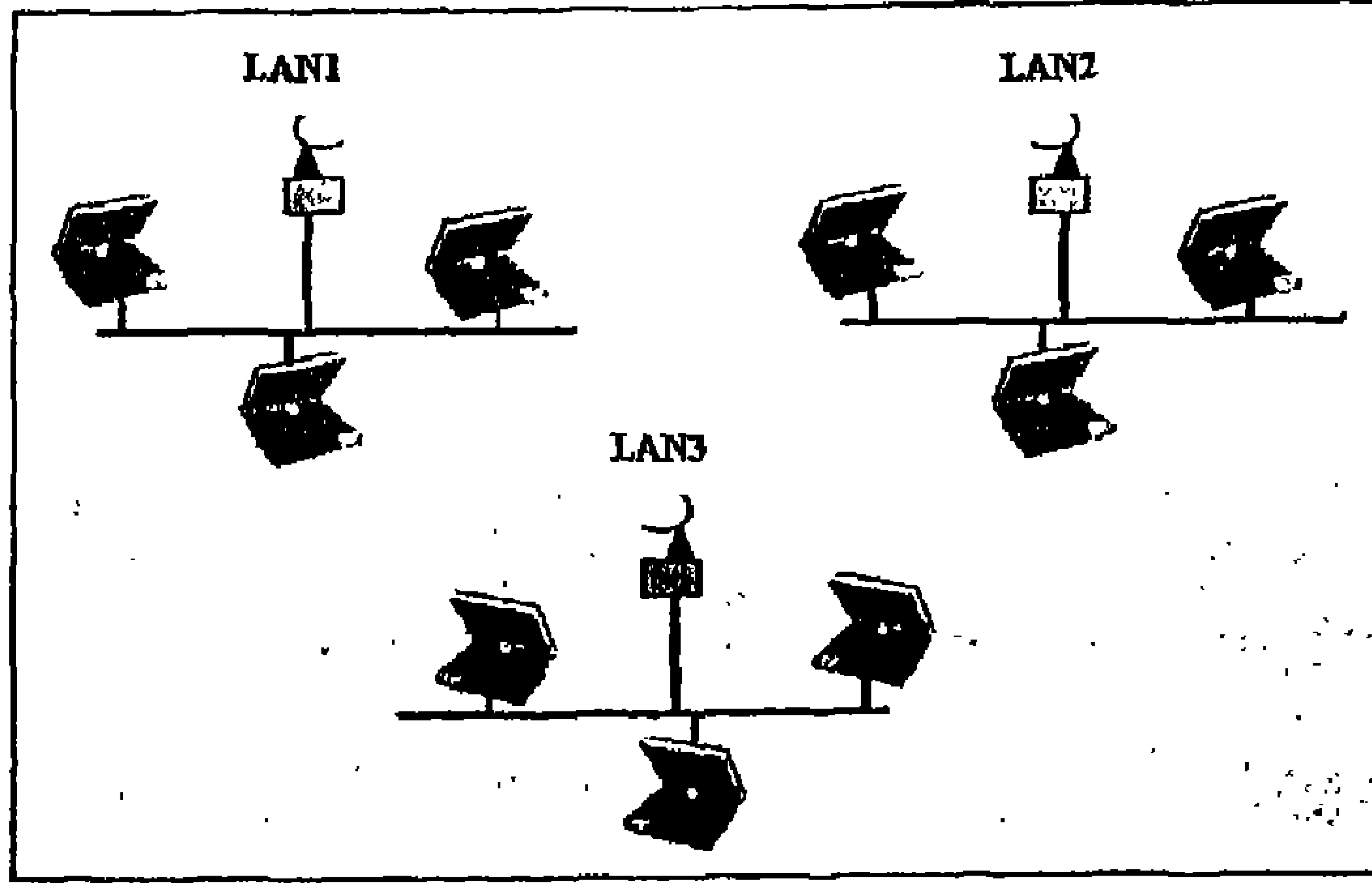


شكل 22: شبكة نقل لاسلكي يتم ربط الأجهزة خلالها لاسلكيا وبصورة مباشرة

مزايا شبكات النقل اللاسلكي

من أهم مزايا شبكات النقل اللاسلكي التالي: 1) المرونة وحرية الحركة للأجهزة داخل الشبكة وبالتالي يتم التغلب على عوائق المباني والأماكن المزدحمة. 2) إمكانية توسيع ومد الشبكة إلى مسافات بعيدة من خلال استخدام أجهزة التكبير والإعادة

(Amplifiers and repeaters) . 3) عدم تغيير البنية التحتية للأماكن والمباني التي لا تقبل تغيير بنيتها التحتية كالمباني الأثرية والتاريخية والقديمة



شكل 23: شبكة نقل لاسلكي من خلال ربط الشبكات لاسلكيا حيث يوجد ثلاث شبكات LAN سلكية يتم ربطهم لاسلكيا من خلال وسائط النقل اللاسلكي

عيوب شبكات النقل اللاسلكي

من أهم عيوب شبكات النقل اللاسلكي التالي: 1) تحتاج إلى مكبرات لتوسيع نطاق عمل الشبكة. 2) سرعة نقل البيانات أقل من شبكات النقل السلكي. 3) ضعف الأمن وسهولة الاختراق والتداخل.

أنواع شبكات النقل اللاسلكي:

من أهم أنواع شبكات النقل اللاسلكي ما يلي: 1) شبكة البث الراديو. 2) شبكة الأقمار الصناعية. 3) شبكة الميكروويف الأرضية. 4) شبكة النقل الخلوي

6.7) شبكات السن الأزرق Blue Tooth Networks

في نهاية التسعينات أنتجت شركة أريكسون تقنية السن الأزرق Blue Tooth حيث تقوم هذه التقنية أساسا على مفهوم نقل المعلومات لاسلكيا. شبكات Blue Tooth

تستخدم وسيلة الاتصال اللاسلكي من خلال موجات الراديو في ربط الأجهزة بدلا من استخدام الكابلات أو الأسلاك.

تعتمد تقنية السن الأزرق على وجود شريحة الكترونية يتم تثبيتها في الحاسب الشخصي أو التليفون المحمول أو أي جهاز اتصال حيث تعمل هذه الشريحة على تحويل البيانات إلى إشارات يتم نقلها بواسطة موجة راديو Radio wave عبر الأثير حيث يتم استقبالها في الجهاز المستقبل من خلال شريحة أخرى مخصصة لاستقبال موجات الراديو وتحويلها إلى بيانات ثم استقبالها من خلال الجهاز المثبتة به

يمكن استخدام هذه التقنية في الاتصال بين الأشخاص من خلال التليفون المحمول أو أجهزة الحاسب المحمولة أو إرسال الصور والمستندات إلى أجهزة أخري في مكان آخر حيث تحقق هذه التقنية مسافات اتصال قد تصل إلى مئات الأمتار . تعتمد مسافات التغطية في شبكات السن الأزرق على قوة الإرسال وحساسية أجهزة الاستقبال. تعتمد قوة الإرسال على قدرة الإشارة الكهرومغناطيسية المرسلة بالإضافة إلى معامل التكبير للهوائي المستخدم.

يوجد نوعين من الاتصالات تستخدم تقنية السن الأزرق. النوع الأول يوفر الاتصال بين جهازين على الرابط يكون أحدهما المرسل والآخر مستقبل (point-to-point configuration). النوع الثاني يوفر الاتصال بين جهاز وعدة أجهزة أخري مرتبطة لاسلكيا في قناة اتصال واحدة لتكوين شبكة واحدة تسمى piconet حيث يوجد وحدة سن أزرق واحدة وعدة وحدات فرعية قد تصل إلى عشرة وحدات. يمكن ربط عدة شبكات piconet ببعضها لتكوين شبكة scatternet

تعمل حاليا العديد من الأجهزة بتقنية السن الأزرق مثل أجهزة الحواسب الخاصة وأجهزة الحواسب المحمولة وأجهزة التليفون المحمول والكاميرات الرقمية ولوحات المفاتيح اللاسلكية والفارة اللاسلكية والطابعات.

حديثا ظهرت أجهزة طبية تستخدم تقنية السن الأزرق في تشخيص الأمراض وعلاجها دون التدخلات الجراحية

6.8) الإنترانت والاكسترانت INTRANET AND EXTRANET

تعتبر شبكات الإنترانت والاكسترانت من الشبكات الخاصة التي تستخدم في الاتصالات

6.8.1) شبكة الإنترانت The Intranet Network

الإنترانت هي شبكة خاصة تستخدم برمجيات الانترنت لتوصيل نقاط محددة أو أشخاص داخل المؤسسة الواحدة وتستخدم في كثير من المؤسسات كالمدارس والشركات والمستشفيات

نشأت الإنترانت في 1996 كنتاج طبيعي للتطور الهائل الذي شهدته الانترنت وتستخدم لغة HTML وبروتوكولات TCP/IP , HTPP تماما كما هو الحال في الانترنت وتقدم خدمة تأمين الاتصال بين الأشخاص داخل المؤسسات

أهم استخدامات شبكة الإنترانت:

من أهم استخدامات شبكة الإنترانت ما يلي : 1) الإطلاع على الوثائق والتقارير داخل المؤسسة. 2) إرسال واستقبال البريد الشخصي والرسمي داخل المؤسسة. 3) معالجة البيانات والمعلومات بشكل جماعي أو ثنائي. 4) جدولة المواعيد والاجتماعات. 5) تقليل حجم الأعمال الورقية داخل المؤسسة

عند تصميم شبكة الانترانت يجب مراعاة العوامل التالية : 1) تكلفة الشبكة. 2) السرية والأمان. 3) استغلالها بالطاقة القصوى والعائد الاستثماري منها. 4) تدريب العاملين على الاستخدام الأمثل

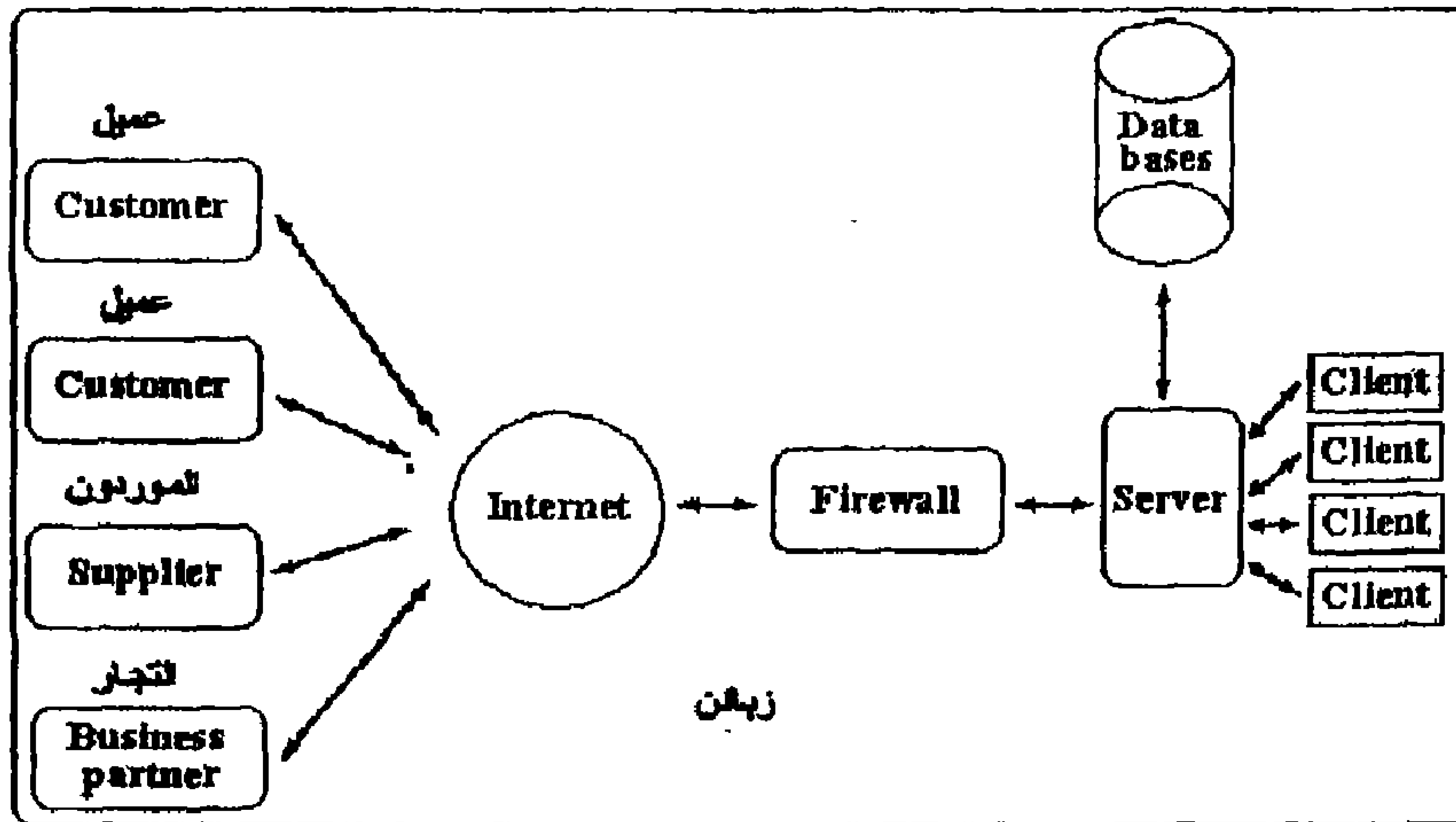
الجدار الناري Firewalls

الجدار الناري يستخدم كحاجز وقائي لشبكة المنظمة من انتهاكات مستخدمي الشبكة العالمية أو بمعنى آخر هو جهاز يعمل على حماية حدود شبكتك ويمنع أي شخص من

الخارج أن يدخل إليها وأيضا هذا الحاجز يحمي شبكتك من أي مستخدم لشبكة الكبيرة إن يصل إلى شبكتك الخاصة وذلك في الوقت الذي يكون بإمكان مستخدمي شبكتك تصفح الإنترنت بحرية. الشكل رقم 24 يوضح مخططا عاما للجدار الناري

6.8.2) شبكة الإكسترانت The Extranet

شبكة الإكسترانت (Extranet) هي شبكة تستخدم لربط العملاء والزبائن والشركاء (جماعة مختارة) بالشبكة المحلية للمنظمة. تستخدم لعرض المنتجات والأسعار وخدمات الشحن والتوصيل. الشكل رقم 25 يوضح ارتباط شبكة extranet بشبكة Intranet من خلال الأجهزة المادية لربط الشبكات Routers

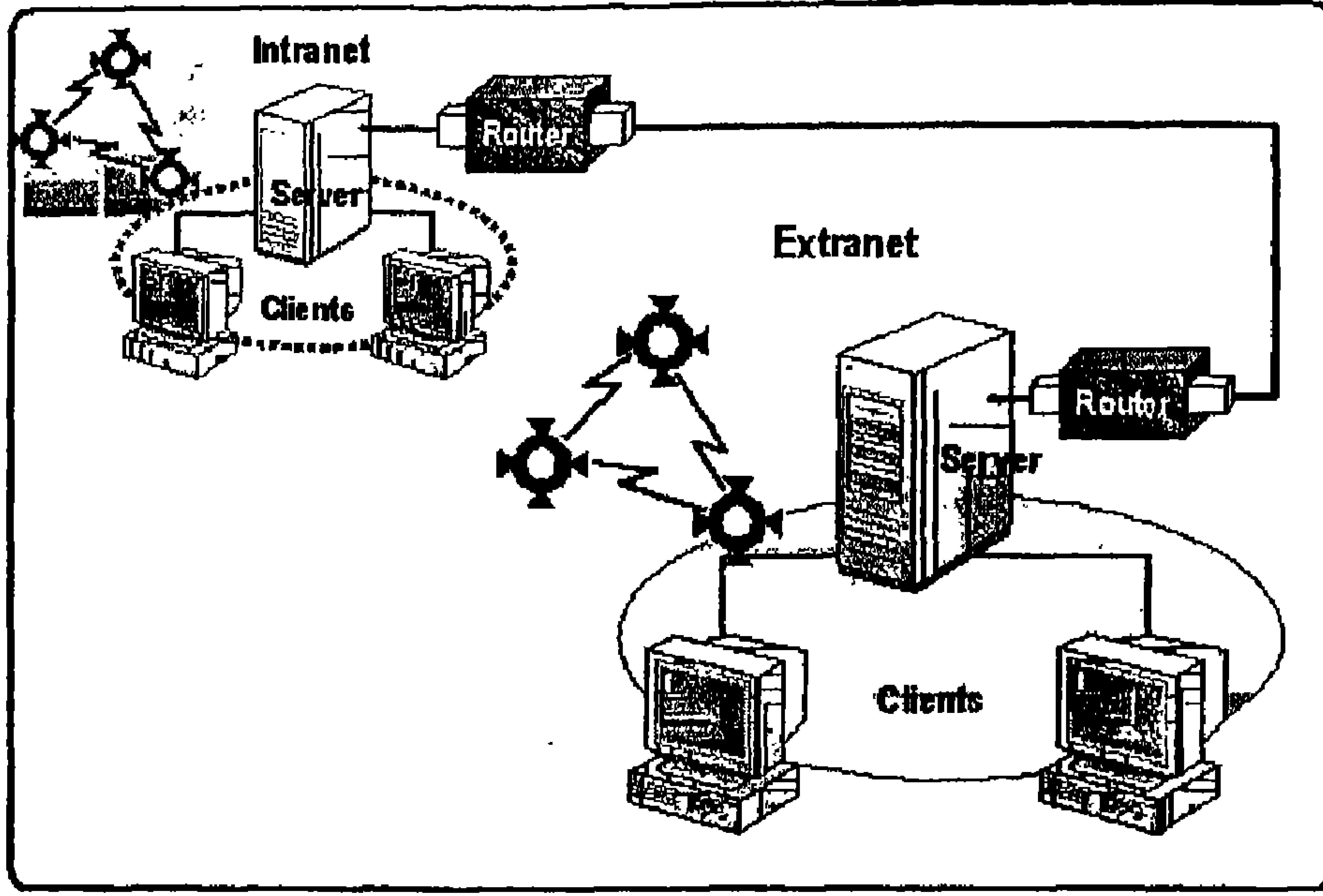


شكل 24 : مخطط عام للجدار الناري

تطبيقات شبكات الإنترانت والاكسترانت

تستخدم شبكات الإنترانت والاكسترانت في التطبيقات التالية : 1) انتقال التقارير الدورية 2 Regular Progress Reports) الاجتماعات السريعة Minutes of Meetings . 3) إنهاء المهام الوظيفية. 4) التعاون بين مجموعات العمل Group Collaboration. 5) الدخول إلى البيانات والكتيبات والاستعلامات Access to Manuals, Directories, Data. 6) تجديد الأوامر والتعليمات والتعميم Updates on Orders.

7) فحص المنتجات الجديدة و الكتالوجات .Check new Products, Catalogs (8 الدورات التدريبية للأشخاص داخل المؤسسات Training



شكل 25: ارتباط شبكة extranet بشبكة Intranet

من خلال الأجهزة المادية لربط الشبكات Routers

6.9) الانترنت INTERNET

في الجزء التالي سنتناول بعض المفاهيم الخاصة بالانترنت

وسيلة الاتصال بالانترنت

الأجهزة التالية تستخدم للاتصال بالإنترنت: 1) الحاسب. 2) MODEM. 3) خط تليفون. 4) مزود خدمة الانترنت (Internet Service Provider- ISP) : هي منظمة تجارية تتصل بالانترنت وتبيع لزبائنها خدمة الاتصال المؤقت بالانترنت نظير مبلغ معين

أساسيات تصميم الانترنت

لا يعتمد تصميم شبكة الانترنت على وجود حاسب مركزي أو محوري وإنما يستطيع أي حاسب مرتبط بالشبكة إرسال واستقبال بيانات. تتولى جمعية ISO وضع المواصفات القياسية لعمل الشبكة . لكي يستطيع كل حاسب الاتصال بحاسب آخر على شبكة الانترنت يتم تحديد عنوان لكل حاسب لكي يتم المراسلة عليه ويأخذ هذا العنوان شكلين مختلفين. الشكل الأول يناسب المستخدمين يتكون من حروف بينها فواصل. الشكل الثاني يناسب عمل الحاسب ويتكون من 4 أرقام (32 بايت)

يوضح المثال التالي عنوان بريد الكتروني على شبكة الانترنت :

User_name@computer_name.domain

said@sc.foe.edu.eg

مستخدم باسم said يعمل من خلال حاسب لقسم الحاسب الآلي (SC) في كلية الهندسة (foe) ولغرض تعليمي (edu) وذلك بمصر (eg)

يلاحظ أن لكل دولة كود خاص بها . لنوع وطبيعة الاستخدام يوجد كود خاص

edu. = للاستخدامات التعليمية	net. = شبكة الحاسب الإقليمية
com. = الاستخدامات التجارية	org. = هيئات ومنظمات عامه
gov. = الاستخدامات الحكومية	int. = هيئات دولية وعالمية
mil. = للاستخدامات العسكرية	

ahmedAli@kfu.edu.sa

kfu :الجهاز المضيف --- host computer

edu, com, or gov وظيفة الجهاز المضيف

sa : الدولة أو المنظمة :

تتكون الرسالة من جزأين:

1) الأول هو صلب الرسالة المراد إرسالها بواسطة المستخدم
2) الثاني يحتوي على بيانات تضيفها البروتوكولات لأغراض التحكم في عمليات النقل والتأكد من سلامة نتائجها وهي تتسلخ من الرسالة في نهاية المطاف

- تقسم الرسالة أثناء انتقالها إلى حزم ولإرشاد هذه الحزم في رحلتها زودت شبكة الانترنت بأجهزة خاصة تسمى Router وهي تقوم باستقبال هذه الحزم ومعالجتها بهدف معرفة الوجهة التي تقصدها ثم تقوم بتوجيهها إلى أفضل المسارات المتاحة
- قد تسلك الحزم المختلفة لكتلة واحدة من البيانات مسارات مختلفة ولكنها تلتقي جميعها في الوجهة النهائية لرحلتها حيث تضمن بروتوكولات TCP/IP إعادة تجميعها بالتسلسل الصحيح عند الهدف (إذا حدث خطأ في نقل البيانات فأن TCP/IP له القدرة على اكتشافه وطلب تكرار إرسال الحزمة التي وقع فيها الخطأ

6.10) خدمات الانترنت INTERNET SERVICES

الخدمات الأساسية للانترنت

1) الاتصال : Communication
2) استرجاع المعلومات Information Retrieval

1) الاتصال Communication

- **البريد الالكتروني E-mail**

تبادل الرسائل النصية والملفات بين مستخدمي الشبكة باستعمال العنوان الالكتروني

- مجموعات الأخبار **Usenet**

أمكانية للمستخدم من اختيار إحدى مجموعات الأخبار التي يود استخدامها ويمكن للمستخدم أن ينضم إلى مجموعة أو أكثر حسب الموضوع الذي يرغب في مناقشته مع الآخرين ويتم ذلك بواسطة البريد الالكتروني مع الفارق لأنه لا يرسل إلى شخص واحد بل إلى مجموعة أشخاص. مثلا يمكن لمستخدم ما أن يسأل عن أمر معين فإذا كان أحد المشتركين في المجموعة يعرف الإجابة فأنه يقوم بإرسالها للمجموعة لتعم الفائدة على الجميع

- الاتصال من بعد **Telnet**

أمكانية الاتصال من بعد بأي حاسب مرتبط بشبكة الانترنت ويقوم المستخدم باستخدام الحاسب كما لو كان جالسا أمامه مباشرة مهما تباعدت المسافات ويشترط للاستفادة من هذه الخدمة أن يكون المشترك حق استخدام هذا الحاسب

- **خدمات الترفيه والدردشة Chatting**

يوجد عبر الشبكة العديد من المواقع الخاصة بالأفلام والألعاب والموسيقي والأماكن السياحية ومواقع الألعاب الجماعية. كما يوجد مجموعات تبادل الرأي والمراسلة وذلك من خلال الحديث الفوري سواء بالكتابة أو الصوت والصورة. ومن البرامج التي تساعد على مثل هذه الحوارات (Talk, IRC, Iphone, Voctak, ...)

- **محطة التحدث IRC**

تسمح هذه الخدمة بإجراء محادثات بين مستخدمي الانترنت في جميع أجزاء العالم ويتم ذلك عبر محطات للتخاطب كتابة أو تحدثا. على سبيل المثال باستطاعة باحثين من جامعة القاهرة عقد اجتماع مع باحثين من جامعة أخرى وذلك للنقاش في الموضوعات العلمية والبحثية

2) استرجاع المعلومات Information Retrieval

- تبادل الملفات FTP

تبادل الملفات بين حاسب وآخر خلال دقائق. على سبيل المثال يمكن نقل معلومات أو برامج تتعلق بموضوع معين بين جامعة القاهرة وجامعات أمريكية بسرعات مذهلة

- برنامج غوفر Gopher

تسمح هذه الخدمة في مسح الفهارس المتعلقة بالمعلومات المخزنة في الحاسبات التابعة لشبكة الانترنت. وبرنامج غوفر وسيلة لتنظيم المعلومات لمساعدة المستخدم في البحث بإعطائه قائمة خيارات هرمية التسلسل تقود إلى قائمة أخري وفي النهاية تصل به إلى الملف الذي يريده

- الأرشيف Archives

تستخدم أداة الأرشيف للبحث عن برامج أو ملفات يرغب المستخدم بمعرفة مكان وجودها

- رابطة الشبكة العنكبوتية العالمية WWW

هي أكثر التقنيات إبداعا وهو نظام متعدد الوسائل للنشر الالكتروني داخل شبكة الانترنت يجعل من السهل على المستخدم أن يدخل إلى الآلاف من قواعد البيانات الدولية التي تتألف من نصوص وبيانات ورسوم بيانية ومزيج من الصوت والصورة (Multimedia) وبالتالي أصبحت شبكة الانترنت ليس فقط لإرسال الرسائل بل قضاء أوقات مليئة بالحركة والنشاط

تعريفات تتعلق ب WWW

http: Hypertext Transformation Protocol

هي أداة تستخدم لنقل الصفحات والرسائل على الشبكة

Home Page:

هي الصفحة الأولى التي تستقبل المستخدم عند دخوله على الموقع

Web Master

هو الشخص الذي يمثل الموقع والذي يمكن أن يمثل المنظمة في حالة الاتصال المباشر بالمنظمة

URL (Uniform Resource Locator)

هو عنوان الموقع على الانترنت ويكتب كالتالي: http://www.yahoo.com

6.11) متصفحات الانترنت INTERNET BROWSERS

هو برنامج بإمكانه استعراض معلومات معينة موجودة على الانترنت ويزود المتصفح بعنوان الموقع المطلوب ثم يقوم المتصفح بالبحث عن الموقع للإطلاع عليه

يوجد ثلاثة متصفحات للانترنت هي: 1) نتسكيب Netscape و 2) موزايك Mosaic و 3) إكسبلورر Explorer. سنكتفي هنا بشرح النوع الأول فقط

متصفح نتسكيب Netscape

يحتوي على تقنيات يمكن من خلاله الدخول على الانترنت ويمكن من خلاله إرسال واستقبال الرسائل والأخبار والمعلومات. تستخدم عدة نظم للبحث عن المعلومات باستخدام برنامج Netscape من أهمها :

- **نظام أكسيت Excite**

توفر شركة Architext Software هذا النظام ويشمل أداتين للبحث : الأولى هي Net Search والتي تتيح المجال للبحث عن مواقع معينة في الشبكة أو البحث في المجموعات الإخبارية News groups لشبكة Usenet والثانية هي Net Reviews

والتي توفر مخطط هرمي لمحتويات الشبكات مفهرسة حسب الموضوعات وتفرعاتها. يمكن الوصول إلى موقع Excite من خلال العنوان :

http://www.excite.com

- **نظام أنفوسيك Infoseek**

يوفر هذا النظام الخدمة على شكلين أدهما مجاني وتقدمه شبكة Usenet والآخر مدفوع الأجر. يمكن الوصول إلى موقع Infoseek من خلال العنوان :

http://www.infoseek.com

- **نظام خدمة ياهو Yahoo**

هو أكثر الأنظمة استخداما لأنه يحتوي على آليات بحث متطورة حيث يحتوي على كلمات افتتاحية وفهرس منظم حسب المواضيع ويحتوي على دليل يصف المواقع الأكثر شيوعا عند المستخدمين. يمكن الوصول إلى موقع Yahoo من خلال العنوان:

http://www.yahoo.com

- **نظام ليكوس Lycos**

يعد من أهم آليات البحث المتوفرة حيث يؤمن قاموس يحتوي على 8 ملايين كلمة . تشمل أهم الكلمات والمصطلحات في الشبكة. ويضم أيضا آليات للبحث عن النصوص والصور والصوت. يمكن الوصول إلى موقع Lycos من خلال العنوان:

http://www.lycos.com

- **نظام خدمة فهرس السياحة Web Serves Tourist Directory**

يشمل تقنية متطورة لمتابعة المواقع العلمية والسياحية على خريطة العالم المعروضة على الشاشة وعنوان هذا النظام

http://www.w3.org/hypertext/datasawrces/www/serves.html

EXERCISES

1) ضع علامة √ أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الغير صحيحة

- يعرّف الطوبوغرافيا الخطي بتوصيل أجهزة الاتصالات إلى رابطة
- Point-to-point configuration يكون هناك رابطة أحادية بين جهازين والرابط إما أن يكون كابلات (Wired link) أو عبر الأثير (Microwave link)
- Multi-point configuration يتقاسم أكثر من جهازين برابط واحد
- الطوبولوجيا المنطقية : يصف كيفية توصيل العناصر الماديّة على الشبكة
- الطوبولوجيا المادية : يصف طريقة سريان البيانات بين العناصر المادية
- شبكة Bus هي شبكة Point-to-point configuration
- شبكة Star هي شبكة Multipoint configuration
- شبكة Tree هي شبكة Point-to-point configuration
- شبكة Mesh هي شبكة Multipoint configuration
- شبكة Ring هي شبكة Point-to-point configuration
- يمكن ربط عدة Mesh لتكوين شبكة محلية أو إقليمية
- LAN هي شبكة الاتصال التي تغطي منطقة صغيرة مثل مبنى أو مكتب
- الموارد على الشبكة تكون مصادر مادية فقط
- حجم LAN قد يُحَدَّد بقيود الترخيص على عدد المستخدمين لكلّ نسخة من البرامج، أو بقيود على العدد المستخدمين المرخّصين لاستخدام ى نظام التّشغيل
- بشكل عام تستخدم شبكة LAN أنواع متعددة من أوساط النقل
- الطوبوغرافيا الشائع الاستخدام في شبكات LAN هو STAR, BUS, and RING

- من خواص شبكة LAN هو إدارة الشبكة و ملكيتها لهيئة خاصة .
- WAN صُمّمَت للامتداد على مدينة بالكامل
- يمكن توصيل عدد من شبكات MAN لتكوين شبكة LAN
- شبكة MAN تُملّك تمامًا و تُشْغِلَ بواسطة شركة خاصّة، أو قد يكون خدماتها مزوّدة بشركة خاصة مثل شركة تليفون محليّة
- الانترنت هو شبكة MAN
- تمكن شبكات WAN إرسال البيانات والصور والصوت والفيديو لمسافات بعيدة عبر مناطق جغرافيّة كبيرة التي قد تشمل بلدًا، أو حتّى العالم بالكامل
- Server - based network يحدّد كلّ كمبيوتر ما هي البيانات الموجودة عليه والتي سيتم تقاسمها على الشبكة
- طوبوغرافيا Mesh and Ring أكثر الطوبوغرافيا ملائمة لشبكات peer-to-peer
- Peer-to-peer Networking يوجد جهاز واحد فقط يتحكم في المرور وباقي الأجهزة يجب أن ترسل خلاله
- Server هو جهاز حاسب يتميز لخاصية السرعة الفائقة للمعالجة فقط
- طوبوغرافيا Star and Tree أكثر الطوبوغرافيا ملائمة لشبكات server-based
- طوبوغرافيا Bus مناسب بالتساوي لشبكات server-based and peer-to-peer
- السبب الرئيسي لربط الشبكات هو: تقليل المسارات بين شبكة LAN واحدة بواسطة تقسيم LAN إلى أكثر من شبكة
- من أهم عيوب شبكة Peer-to-peer أنه تعطل الجهاز المزود يؤدي حتما إلى توقف تبادل البيانات على الشبكة و بالتالي إلى توقف الشبكة عن العمل.

2) لدينا 8 أجهزة أحسب عدد الكابلات (الروابط) وعدد المخارج لكل جهاز باستخدام الشبكات التالية

- شبكة Mesh
- شبكة Star
- شبكة Ring
- شبكة Bus

3) لدينا 12 أجهزة 4 Hubs أحسب عدد الكابلات (الروابط) وعدد المخارج لكل جهاز باستخدام شبكة Tree

4) أختر من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
Bus Star Mesh Tree Ring Hybrid	○ الحاسبات موصلة بجهاز مركزي يسمى هب (Hub) من خلال كابلات بواقع كابل لكل حاسب ○ الحاسبات على الشبكة متصلة ببعضها(كل بالآخرين) بواسطة كابلات ○ استخدام أكثر من طوبوغرافيا ○ شكل مكرّر لطوبوغرافيا STAR لكنّ ليس كلّ جهاز متصل مباشرة إلى المحور المركزيّ (Hub) ○ الكومبيوترات متّصلة بكابل مشترك ○ كل جهاز متصل بالذي يليه والذي يسبقه بواسطة شكل خط (point-to-point)

5) أختر من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
Bus	o كل جهاز متصل ب HUB و إذا حدث عطل في HUB سقطت الشبكة بالكامل
Hybrid	o ليس كل جهاز متصل مباشرة ب hub المركزي
	o غالبية الأجهزة متصلة ب hub ثانوي و hub الثانوي متصل بالرئيسي
Star	o Hub المركزي دائما يكون فعال ويحتوي على repeater لتكبير الإشارة قبل إعادة إرسالها
Ring	o يسمح بأجهزة عديدة أن تتصل ب hub المركزي وبالتالي زيادة مسافات سريان الإشارات بين الأجهزة
Mesh	o تسمح بعزل الشبكة وتحديد الأسبقيات بين الأجهزة المختلفة
Tree	o هي شبكة متعددة النقاط
	o HUB يتحكم في المسارات داخل الشبكة
	o الأجهزة تتصل بالكابل الخطي بواسطة كابلات إسقاط.
	o لدى كلّ جهاز خطّ (point-to-point) فقط بالجهازين على جانبيه .
	o لا يوجد نهايات طرفية
	o الإشارة تسير حول loop وتمر بكل جهاز (الذي يقوم بإعادة إرسال الإشارة بعد تكبيرها) حتى تصل إلى المقر الأخير
	o الإشارة تنتقل من جهاز معين إلى باقي الأجهزة خلال HUB
	o يمكن استخدامها لتوصيل عدد من الشبكات المحلية (LAN)
	o سهولة التركيب لأن كل جهاز يحتاج إلى رابط واحد وطرف دخل/خرج واحد
	o يحتاج إلى عدد قليل من الكابلات سواء للإضافة أو الحذف

○ إذا سقط رابط واحد لا تتأثر باقي الروابط ○ كلّ الكومبيوترات في الشبكة متصلة بكابل واحد يعمل كعمود فقريّ لربط كلّ الأجهزة على الشبكة (خطّ مستقيم) ○ حزمة من البيانات تنقل إلى كلّ الأجهزة داخل الشبكة في نفس الوقت ○ سهولة التركيب والتشبيك حيث أن كل جهاز يتصل فقط بالجهاز الذي قبله والذي بعده ○ لإضافة أو حذف جهاز يستلزم فقط تحريك توصيلتان ○ يستخدم خاصية Token Passing ○ كلّ جهاز يتم توصيله إلى كلّ جميع الأجهزة الأخرى بكابل منفصل ○ يعني المصطلح أن الرّابطة تحمل المرور فقط بين الجهازين الواصلان بالرابط ○ إذا فشل كبل واحد فأن المرور يتم عبر خط آخر والشبكة تستمرّ في العمل. ○ الطّرق متعدّدة عبر الشّبكة ○ كلّ رابط يمكن أن يحمل بياناته الخاصّة ○ الكابلات المطلوبة يمكن أن تكون أكثر من المساحة المتاحة ○ الأجهزة متصلة ببعضها عبر HUB (المتحكم المركزي) ○ المرور أحاديّ الاتّجاه ○ جهاز واحد فقط الذي يعمل في المرة الواحدة	

الفصل السابع
مقدمة عن البروتوكولات
INTRODUCTION TO PROTOCOLES (OSI and TCP/IP)

7.1) مقدمة

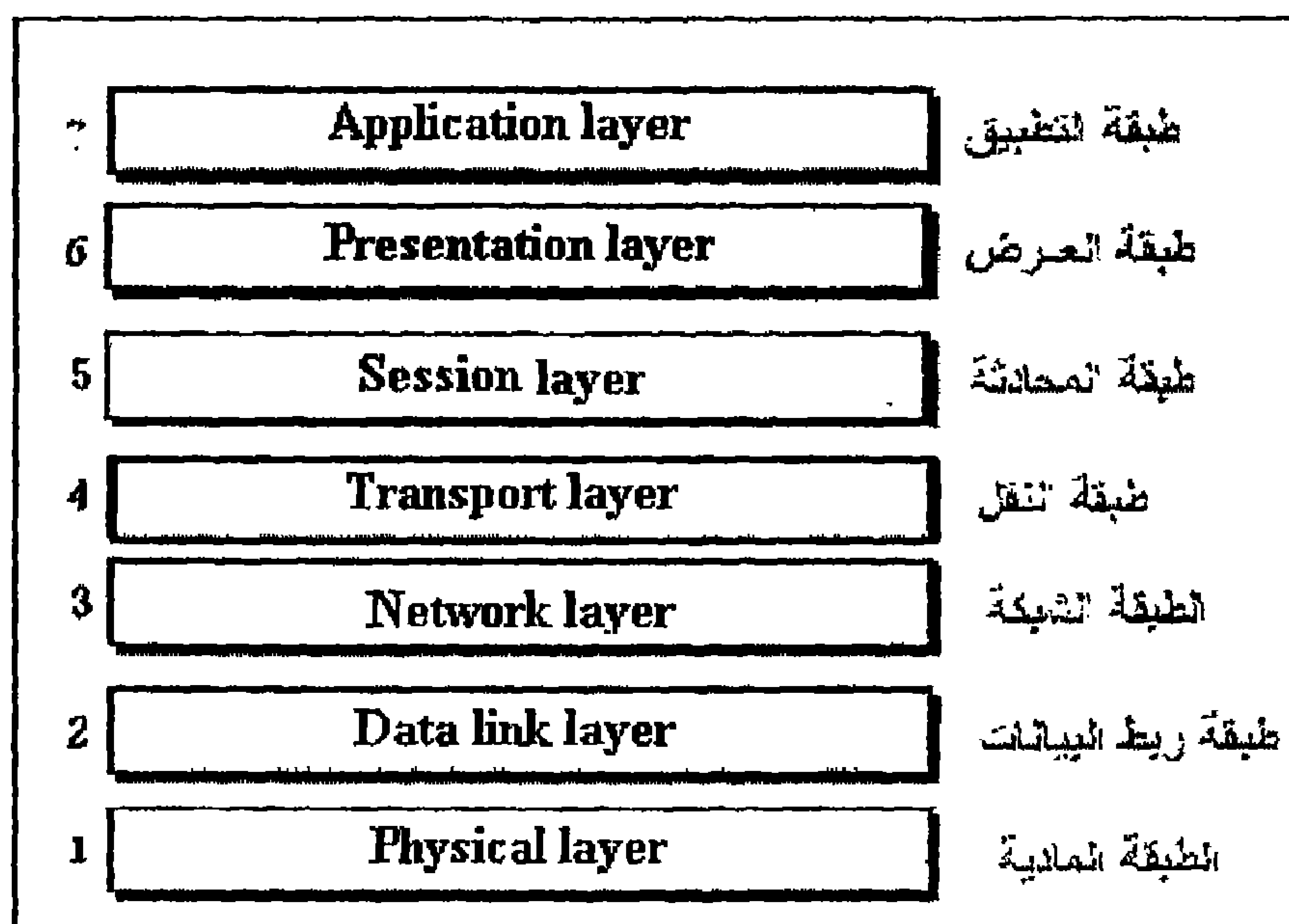
سنلقي نظرة الآن على المعايير التي يعمل عليها عتاد الشبكة عندما يعمل كل منهما على حده، أو بالاشتراك مع الآخر. يقوم مصنعو برامج وعتاد الشبكة بإتباع قواعد ودلائل عندما يقومون بتصميم منتجاتهم وأكثر هذه القواعد انتشارا هي مجموعة من التوصيات مطورة من قبل المنظمة الدولية للمعايير (ISO) وتعرف هذه التوصيات باسم النموذج المرجعي لنظام الوصلات المفتوح(OSI).

ولقد تم بناء هذا النموذج من سبع طبقات وكل طبقة فيها مسئولة عن عمل ما تساعد على تحضير المعلومات من أجل الإرسال وتتفاعل كل طبقة مع الطبقات المجاورة لها إذ تعرض الطبقة خدماتها إلى الطبقة الموجودة التي تحتها وتطلب الخدمة من الطبقة التي أعلاها.

عمارة الشبكة

عند دراسة آلية عمل الشبكة يتم اعتبار الشبكة بأنها مجموعة من الطبقات (Layers) أو المستويات والتي تختص كل منها بمهام محددة. فعلى سبيل المثال هناك طبقة تتعلق بالتجهيزات المادية بالشبكات من معدات ووسائل اتصالات وأجهزة، وهناك طبقة تختص بنقل البيانات من مبدأ الشبكة إلى نهايتها والتأكد من سلامة البيانات، كما يوجد طبقة مسئولة عن متطلبات التطبيقات المستخدمة في أجهزة الشبكة نحو البريد الإلكتروني أو نقل الملفات، وهكذا.

بصورة عامة فان طراز الوصلات المفتوح (Open system Interconnection/OSI) والذي سنتحدث عنه بالتفصيل في الأجزاء التالية يتكون من سبعة طبقات وكل طبقة تمثل مجموعة من الوظائف أو المهام التي تتم على الرسالة المراد إرسالها. الشكل رقم 1 يوضح طبقات طراز الوصلات المفتوح (OSI)



شكل 1 : طبقات طراز الوصلات المفتوح (OSI)

7.2) وظائف عملية الاتصال COMMUNICATION FUNCTIONS

قبل التحدث عن الوظائف التي تتم خلال طبقات OSI السبعة والتي تتم على الرسائل التي يراد إرسالها من المرسل إلى المستقبل سنتناول بعض المصطلحات المستخدمة في هذه الوظائف وسنخص بالذكر entity and system

Entity:

هو مصطلح يطلق على البرامج التطبيقية وحزم نقل الملفات و نظم إدارة قواعد البيانات والتسهيلات الخاصة بالبريد الإلكتروني.

System:

هو الجهاز المادي الذي يحتوي على entity واحد أو أكثر مثل جهاز الحاسب أو النهايات الطرفية أو أجهزة الاستشعار من بعد

لإرسال بيانات من جهاز إلى جهاز آخر داخل الشبكة الواحدة أو خلال أجهزة داخل عدة شبكات يوجد بعض العمليات الأساسية. نخص بالذكر منها :

1) عملية التقسيم والتجميع Segmentation and reassembly
2) التغليف (التهيئة) Encapsulation
3) التحكم في الربط Connection control
4) ترتيب الوصول Ordered delivery
5) التحكم في التدفق Flow control
6) التحكم في الأخطاء Error control
7) العنونة Addressing
8) المزج Multiplexing
9) خدمات الإرسال Transmission services

في الجزء التالي سنتناول شرحا مبسطا لهذه العمليات

7.2.1) عملية التقسيم والتجميع Segmentation and reassembly

Segmentation التقسيم (a

في مستوي الطبقة التي تتعامل مع المستخدم مباشرة (application layer) يتم التعامل مع الرسائل (message) كوحدة واحدة وحيث أن الرسالة ربما تكون ذات حجم كبير يصعب التعامل معها بواسطة بعض البرتوكولات مما يستدعي تقسيمها إلى عدة أجزاء (blocks) ذات أحجام صغيرة. تسمى عملية تقسيم الرسالة إلى أجزاء بعملية segmentation. سنرمز إلى كل block من البيانات (Block of data) باسم Protocol Data Unit (PDU)

أسباب تقسيم الرسالة Reasons for segmentation

1) بعض شبكات الاتصالات تتعامل مع blocks أحجامها صغيرة مثل شبكات ATM و Ethernet
2) عملية التحكم في الأخطاء تكون أكثر كفاءة عندما يكون حجم PDU صغيرا
3) بعض أجهزة الاستقبال (Receivers) يكون لديها وحدات تخزين (Buffers) ذات سعات محدودة وبالتالي تحتاج إلى استقبال PDU صغيرة الحجم

عيوب تقسيم الرسالة Disadvantages of segmentation

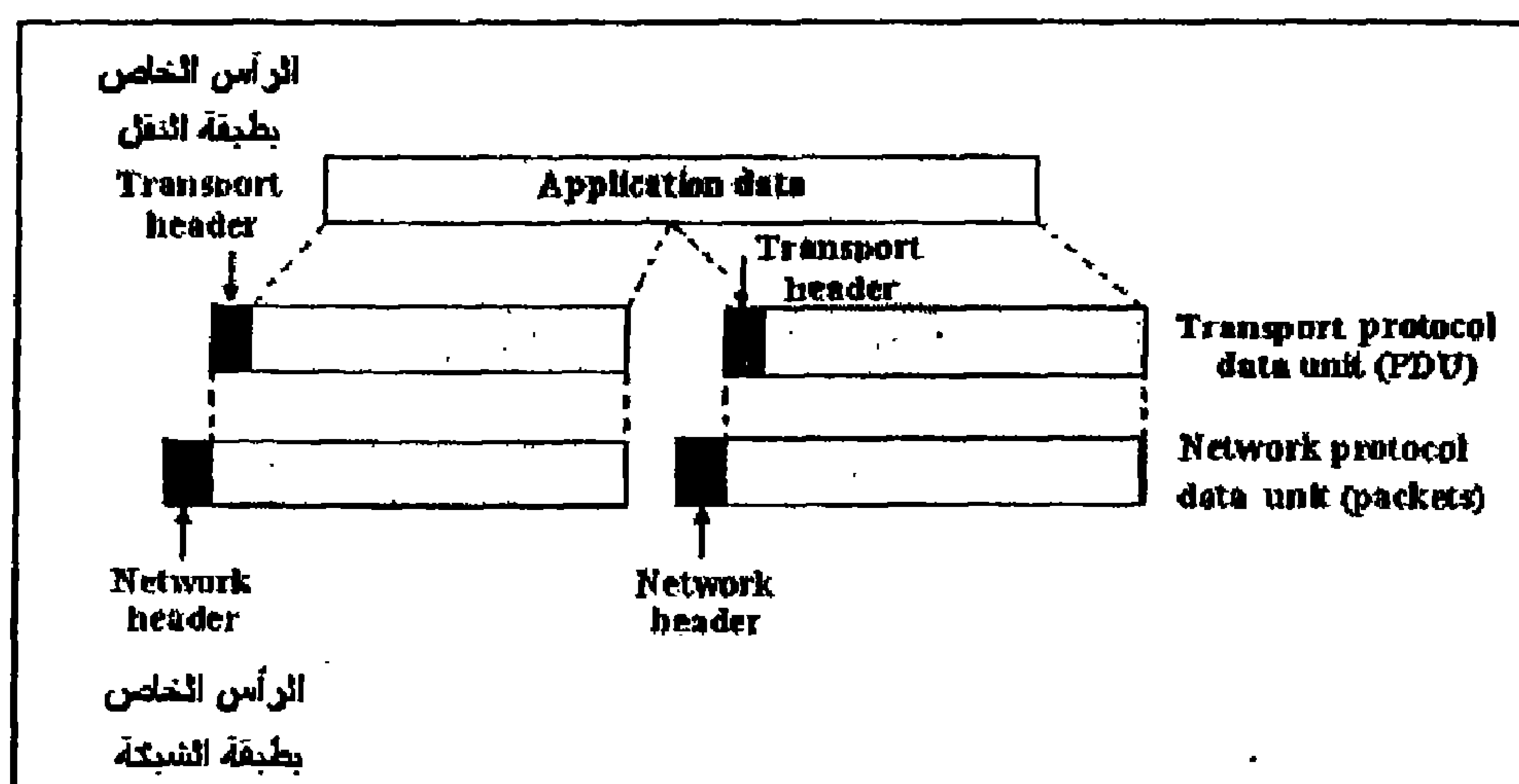
1) يتم إضافة معلومات تحكم (control information) إلى كل PDU وبالتالي إذا صغر PDU زاد عدد معلومات التحكم Percentage overhead
2) عادة يحدث توقف (interrupt) مع كل PDU وبالتالي كلما زاد عدد PDU زاد عدد interrupt والذي يؤدى بدوره إلى زيادة فترة إرسال الرسالة
3) زيادة عدد PDU يؤدي إلى زيادة زمن المعالجة

جميع العوامل السابقة يجب أن تؤخذ في الاعتبار بواسطة مصممي البروتوكولات وذلك لتحديد أقل وأكبر حجم لكل PDU

b) التجميع Reassembly

التجميع Reassembly هي عملية عكسية لعملية segmentation حيث يتم تجميع PDU لتكوين الرسالة الأصلية.

Message تكون ملائمة لمستوى التطبيقات (Application level) أو طبقة التطبيقات (application layer) أي أنه يتم التعامل مع message كوحدة واحدة في application layer فقط أما باقي الطبقات تتعامل مع PDU. الشكل رقم 2 يوضح عملية تقسيم الرسالة إلى عدد من blocks تسمى PDU حيث أن كل blocks يحتوى على أجزاء من بيانات الرسالة بالإضافة إلى header يضاف بواسطة طبقة النقل (transport layer) يسمى transport header و header آخر يضاف بواسطة طبقة الشبكة (network layer) يسمى network header. هذه headers تستخدم للتحكم في سريان blocks داخل الشبكات



شكل 2: عملية تقسيم الرسالة إلى عدد من blocks يسمى PDU

7.2.2) التغليف (التهيئة) Encapsulation

كل PDU تحتوي ليس فقط على البيانات (data) المراد إرسالها ولكن تحتوي أيضا على معلومات تحكم (control information) وهناك أيضا PDU تحتوي على معلومات تحكم بدون بيانات . إضافة معلومات تحكم إلى البيانات تسمى بعملية encapsulation. معلومات التحكم تصنف إلى ثلاث أصناف

a) Address

هو عنوان المرسل (sender) و (أو) عنوان المستقبل (destination)

b) Error-detection code

يضاف معلومات تحكم إلى البيانات للمساعدة في عملية كشف الأخطاء .

c) Protocol control

يضاف معلومات تحكم إلى البيانات لتنفيذ وظائف البروتوكول المستخدم

تتحول message بعد تقسيمها إلى أجزاء (block) وإضافة معلومات التحكم إلي كل block إلى PDU والذي يحتوي على البيانات المقسمة بالإضافة إلى معلومات التحكم

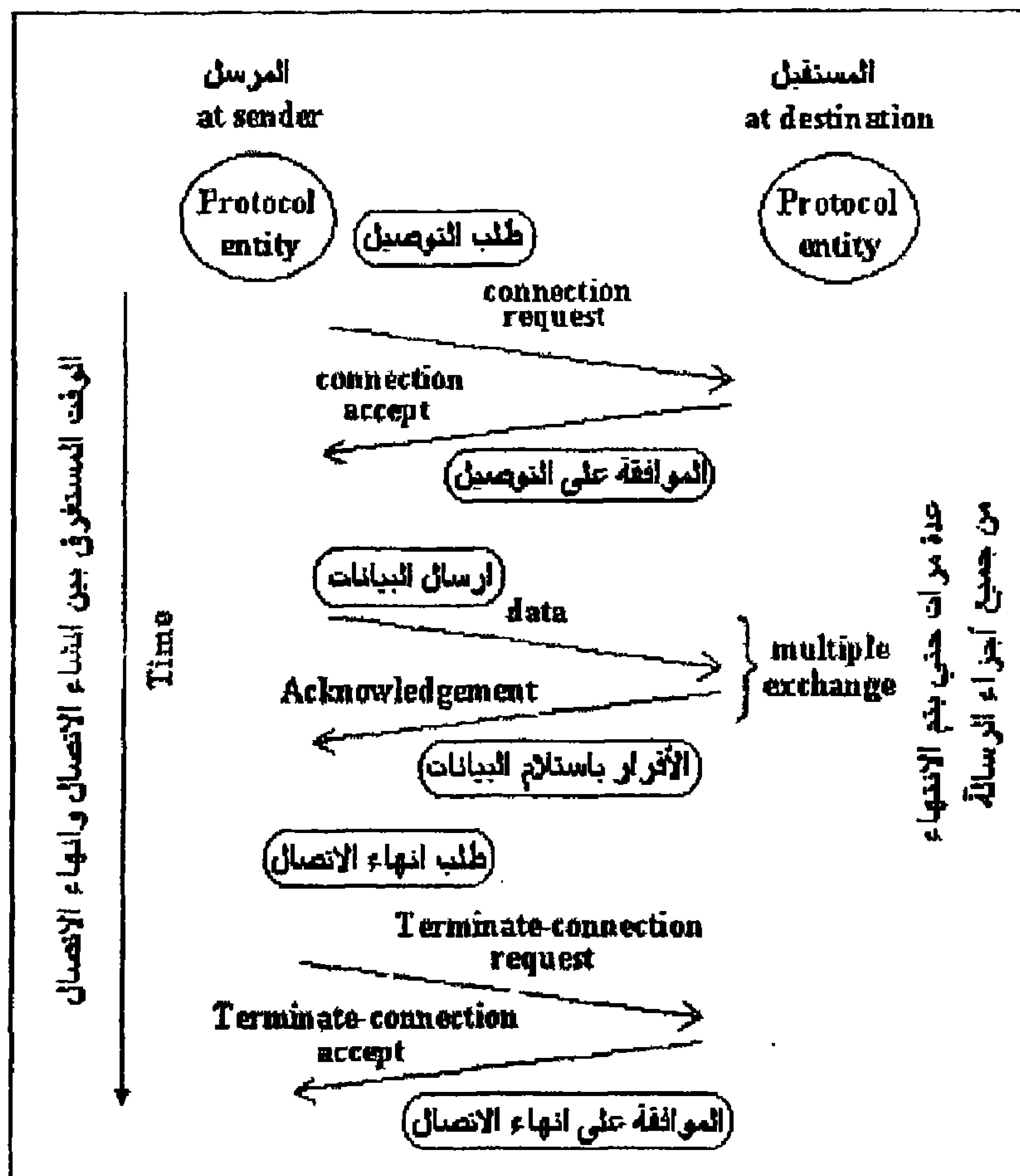
(7.2.3 التحكم في الربط Connection Control

عملية توصيل PDU من entity إلى entity تتم خلال أربعة مراحل

1) التحقق من إمكانية التوصيل Connection establishment
2) نقل البيانات Data transfer
3) إقرار الاستلام
4) إنهاء التوصيل connection termination

الشكل رقم 3 يوضح مخططا لبيان مراحل التحكم في توصيل PDU من entity إلى entity

يوجد مرحلة أخرى تتم قبل إنهاء التوصيل وهى مرحلة قطع الاتصال وإعادة الإرسال Connection interrupt and recovery phases وتتم هذه المرحلة عند اكتشاف حدوث أخطاء



شكل 3: مخططا لبيان مراحل التحكم في توصيل PDU من entity إلى entity

(7.2.4) ترتيب الوصول Ordered delivery

يمكن أن تتعدد المسارات لمجموعة PDUs والتي تنتمي إلى الرسالة المراد إرسالها لذا يجب أن يكون هناك بروتوكول للتأكد من صحة ترتيب وصول PDU إلى الوجهة النهائية (destination)

تتم هذه العملية من خلال إضافة مجال (field) إلى PDU يحتوي على رقم وحيد لكل PDU وهذه الأرقام تكون متتالية بشرط أن يكون حجم المجال المخصص لهذه الأرقام داخل PDU أكبر من عدد PDU المحتمل إرسالها حتى لا يحدث تكرار للأرقام (duplication)

7.2.5) التحكم في التدفق Flow control

التحكم في تدفق البيانات هي إحدى الوظائف التي تتم خلال أجهزة الاستقبال وذلك للحد من كمية أو معدل البيانات المرسلة بواسطة جهاز الإرسال

هناك أسلوبان لعملية التحكم في التدفق:

- الأسلوب الأول هو أسلوب stop-and-wait حيث أن المرسل يستقبل إقرار (acknowledgment) عن PDU المرسلة قبل إرسال PDU أخرى
- الأسلوب الثاني هو Sliding window حيث يتحكم جهاز الإرسال في كمية البيانات التي يمكن إرسالها بدون استقبال إقرار (acknowledgment)

7.2.6) التحكم في الأخطاء Error control

تستخدم تقنية التحكم في الأخطاء ضد فقد أو وجود خطأ في البيانات ومعلومات التحكم المرسلة. يوجد تقنيات متعددة تستخدم لكشف الأخطاء. فإذا تم اكتشاف وجود خطأ في البيانات (PDU) فسيقوم المستقبل بإرسال إقرار سلبي (negative acknowledgment) للمرسل وذلك لإعادة إرسال البيانات (PDU) مرة أخري وإذا لم يستلم المرسل إقرار(acknowledgment) خلال فترة زمنية محددة مسبقا مما يعني فقد البيانات (PDU) أو فقد الإقرار وفي هذه الحالة سيقوم المرسل بإرسال البيانات (PDU) مرة أخري

7.2.7) العنونة Addressing

مفهوم addressing من المفاهيم المعقدة حيث أنه يغطي مجموعة من الإصدارات (issues) . يوجد إصداران نحن بصدد مناقشتها وهما: Addressing level and Addressing mode

a) Addressing level

يوجد عنوان وحيد مصاحب لكل end system (host or terminal) وأيضا لكل نظام بيني (intermediate system) مثل routers. هذا العنوان يكون في مستوى الشبكة (network-level address) ويرمز له بالآتي :.

- o IP address أو بصورة أخرى مبسطة an internet address في حالة TCP/IP architecture
- o Network Service Access Point (NSAP) في حالة OSI architecture

Network-level address يستخدم في تسيير PDU (PDU routing) خلال الشبكة أو الشبكات حتى الوصول system المشار إليه بواسطة network-level address والموجود في PDU. IP address أو NSAP يعتبر عنوان عام (global address) ووحيد حيث أنه يعرف unique system وبالتالي فان internet يمكن أن تسير (route) البيانات من أي نظام متصل بشبكة معينة إلى نظام آخر متصل بشبكة أخرى. بمجرد وصول البيانات إلى destination system فانه يتم التسيير (routing) إلى بعض العمليات (processes) أو التطبيقات (applications) والتي ربما تدعم أكثر من مستخدم. عادة system يدعم عدة تطبيقات و التطبيق الواحد ربما يدعم أكثر من مستخدم (concurrent users) . كل تطبيق وربما كل مستخدم (concurrent user) لهذا التطبيق يوظف له (a unique identifier) يرمز له ب

- Port في حالة TCP/IP architecture
- Service Access Point (SAP) في حالة OSI architecture

علـى سـبيل المـثال : Host system ربمـا يدعـم كـل مـن electronic mail application and file transfer application وفـي هذا الحالـة فـان كل تطبيق يجب أن يكون له Port number في حالة TCP/IP architecture أو SAP في حالة OSI architecture والذي يجب أن يكون وحيد في هذا system. الأكثر من ذلك ربما يكون file transfer application يدعم أكثر من (simultaneous transfer) وفـي هذه الحالـة فـان كل transfer يجب أن يوظـف له port number أو SAP وحيد. Port أو SAP يكـون وحـيدا داخـل نظـام معيـن ولكـن لـيس بالضـرورة أن يكـون وحـيد وعـام (globally unique) لكل الأنظمـة داخل الشبكة. الجدول رقم 1 يوضح Addressing table

مثال: 1

العنوان A.1 يرمز إلى التطبيق رقم 1 داخل النظام A

العنوان B.1 يرمز إلى التطبيق رقم 1 داخل النظام B

حيث أن A and B يعتبرا global unique network address والرقم 1 يعتبر system-level address

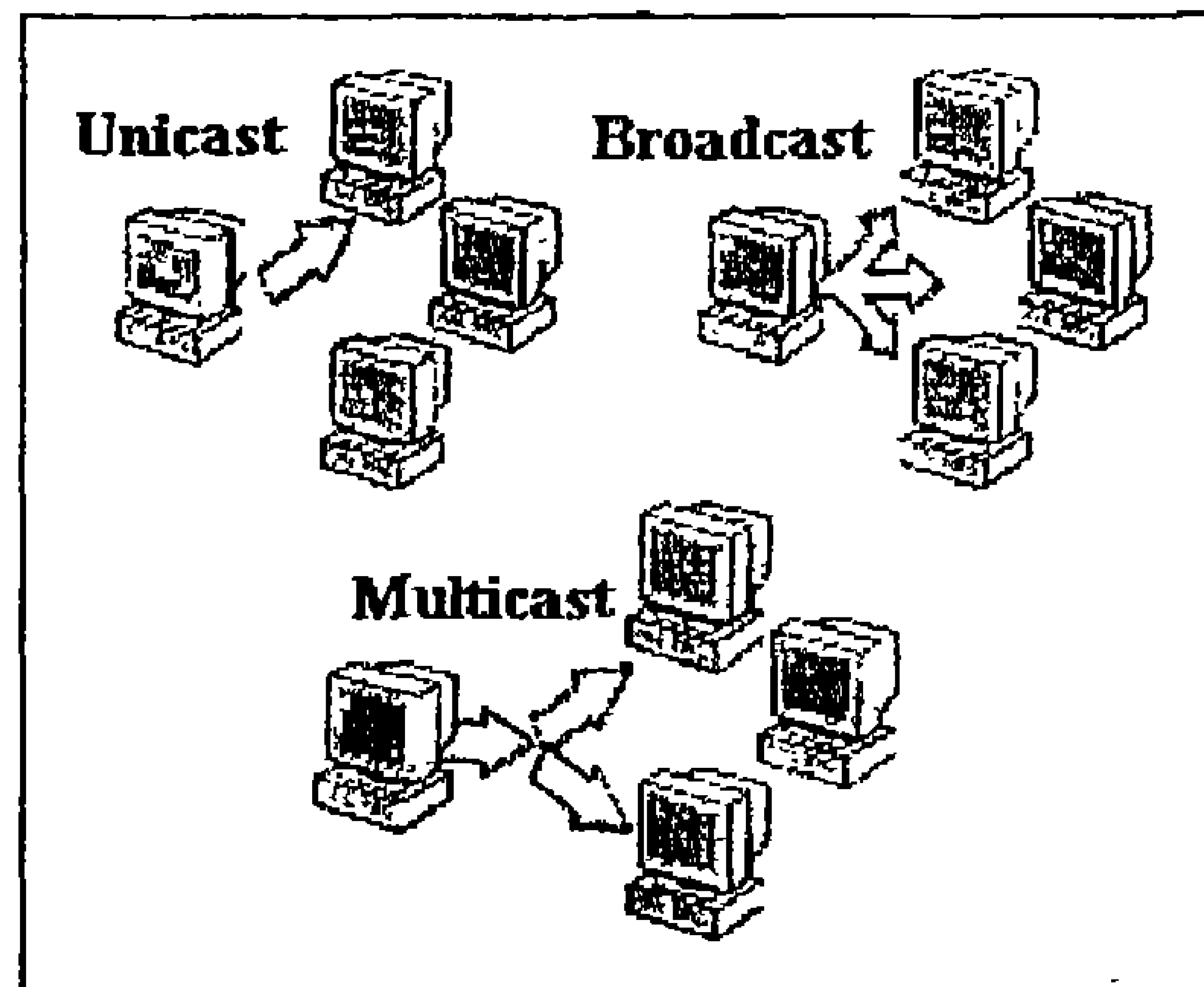
b) Addressing mode

من الشـائع أن يشير العنوان إلـى system وحيد أو إلـى port (entity) وحيد. في هذه الحالة يمكن الإشارة إلى هذا العنوان ب individual or unicast address .

من الممكن أن يشير العنوان إلـى أكثر من port or entity. في هذه الحـالة فان العنوان يحـدد مجموعـة مـتوازية مـن نقـاط الاسـتقبال وعلـى سـبيل المـثال إذا أراد مدير إحدى الشـركات إرسـال تعميم إلـى عدد من الأفراد فان مركز التحكم في الشبكة يريد أن يبلغ جميع الأفراد بـأن الشـبكة سترسـل لهم جميعا وفي نفس الوقت هذا التعميم . في هذه الحالة يمكن الإشارة إلى هذا العنوان ب Broadcast address

من الممكـن أيضـا أن يكـون العنـوان موجـه إلـى مجموعـة فرعية مـن entities. فـي هذه الحالـة يمكـن الإشـارة إلى هذا العنوان ب Multicast address . الجدول رقم 2 يوضح

un̈icast, multicast and broadcast يوضح 4 الشكل رقم .addressing mode addressing modes



unicast, multicast and broadcast addressing modes : 4 شكل

Addressing table:1 جدول

Level	TCP/IP	OSI	Globality
عنوان في مستوى الشبكة Network-level address	IP	NSAP	عام وحيد خلال الانترنت لكل الأنظمة والشبكات Global unique over the internet for all systems and networks
عنوان في مستوى النظام System-level address	Port	SAP	عام وحيد خلال النظام فقط Global unique over the entire system only

جدول 2 :Addressing mode

Destination	Network address	System address	Port/SAP address
Unicast	individual	individual	individual
Multicast	individual	individual	Group
	individual	All	Group
	All	All	Group
Broadcast	individual	individual	All
	individual	All	All
	All	All	All

7.3) نموذج التبادل (الوصلات) المفتوح

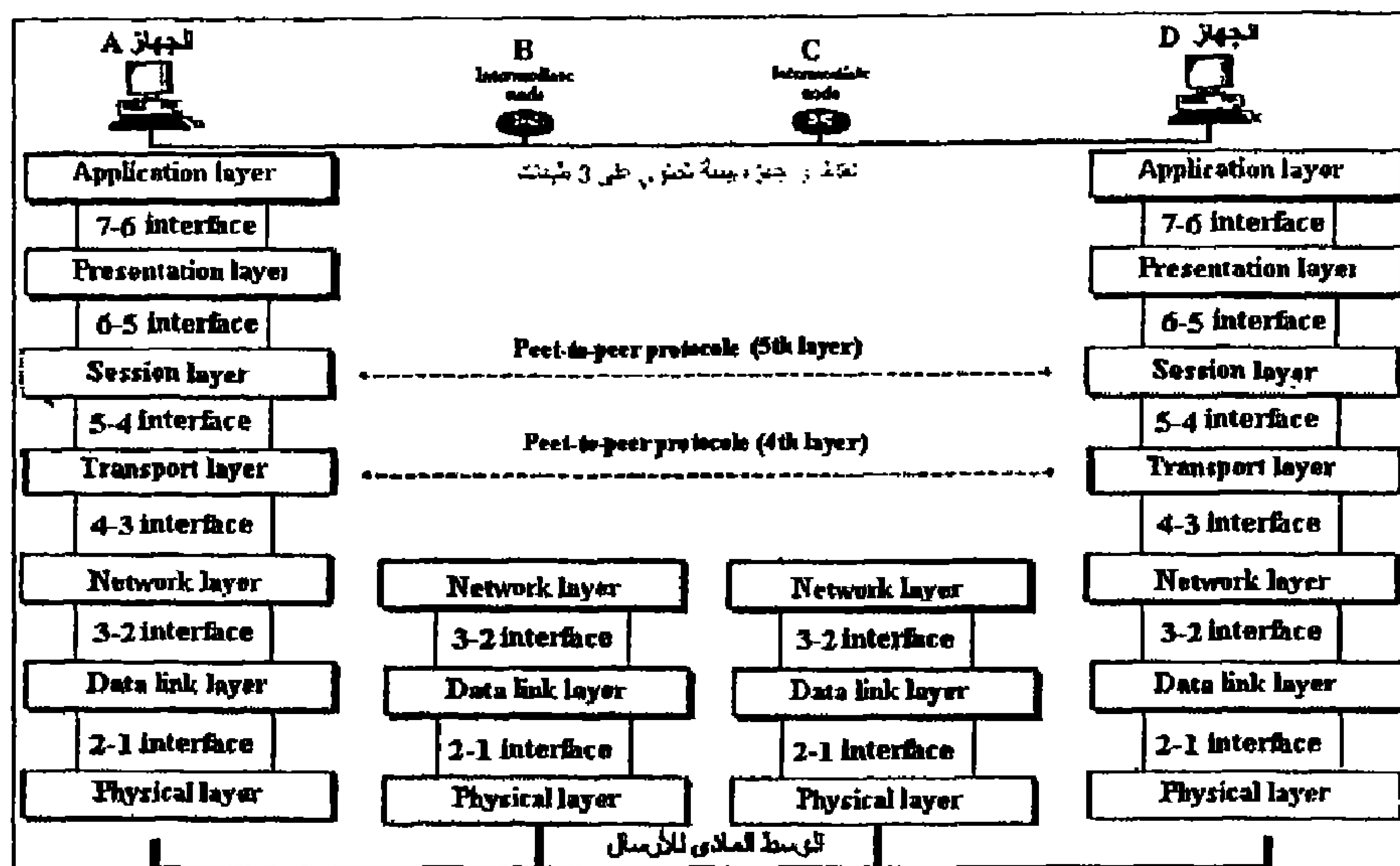
OSI MODEL (Open System Interchange)

منظمة المقاييس العالمية (ISO) أنشأت في 1974 لتختص بكل الموضوعات الخاصة بالشبكات وتوصيلاتها وكفاءتها وقد قامت هذه الهيئة عام 1984 بتطوير نموذج (OSI) واعتباره نموذج قياسي لتطوير المداولات وعمارة الشبكات المختلفة ويطلق عليه نموذج نظام التبادل المفتوح Open System Interconnection ويتكون هذا النموذج من 7 طبقات كما هو مبين بالشكل رقم 1 . هذا الطبقات تمثل مجموعة من الوظائف و العمليات الخاصة بانتقال الرسائل خلال أجهزة الشبكة الواحدة أو خلال أجهزة داخل عدة شبكات . يمكن اعتبار OSI هو نموذج لفهم و تصميم الشبكات.

وبصورة عامة فان OSI يصنف العمليات المختلفة المطلوبة في الشبكات إلى سبع طبقات وظائفية مترابطة . كل مجموعة منهم تحتوي على عدة نشاطات أو عمليات للشبكة أو المعدات أو البروتوكولات المستخدمة لحركة المعلومات عبر الشبكة. الوظائف التي تتم خلال إحدى الطبقات تخدم الوظائف التي تتم خلال الطبقة التالية أو السابقة لها مباشرة

عمارة الطبقات Layered architecture

الشكل رقم 5 يوضح كيف تنتقل الرسالة من المصدر إلى الوجهة النهائية مرورا ببعض الأجهزة البينية .



شكل 5: انتقال الرسالة من المصدر إلى ألوجهه النهائية مرورا ببعض الأجهزة البينية

يحدد المصمم المعالجات (العمليات) اللازمة لنقل البيانات المراد إرسالها من أعلى إلى أسفل خلال الحاسب (الجهاز A) حتى تصل إلى مرحلة قبل الدفع بالرسالة عبر الأسلاك أو الوسط المحيط ثم يجمع هذه العمليات في مجموعات منفصلة لتحديد مهام كل طبقة وبالتالي فان كل طبقة تمثل مجموعة من الأهداف (العمليات) ذات العلاقة الواحدة داخل الحاسب . بتعريف و تحديد فاعليّة كل طبقة يستطيع المصمّم خلق المعمار (الهيكل) للطبقات والذي يجب أن يكون شامل و مرن

من الشكل رقم 5 يتضح التالي :

- يوجد 7 طبقات في كل من الجهازين (A and D) وذلك لارتباطهما بخدمات وعمليات تتعلق بالشبكة و المستخدم معا
- يوجد 3 طبقات في كل من الأجهزة البينية (B and C) وذلك لارتباطهما بخدمات وعمليات تتعلق بالشبكة فقط (نقل الرسائل مع تحقيق الكفاءة في النقل)

العمليّات النّظيرة لنظير Peer-to-Peer Processes

من الشكل رقم 5 يتبين وجود عمليات peer to peer بنمطين :

a) خلال جهاز واحـــد Peer-to-peer within a single machine

تعطي كل طبقة خدماتها إلى الطبقة التي تليها فقط فعلى سبيل المثال: الطبقة الثالثة تستخدم خدمات الطبقة الثانية والطبقة الرابعة تستخدم خدمات الطبقة الثالثة وهكذا داخل الجهاز الواحد

b) خلال عدة أجهزة Peer-to-peer within machines

الطبقة رقم X في الجهاز (A) تتصل بنفس الطبقة رقم X في الجهاز (B , C or D) من خلال بروتوكول. أي أن الاتصال بين الأجهزة يكون Peer-to-peer process باستخدام البروتوكول المناسب لكل طبقة.

مثال 2: العمليات المتعلقة بإرسال خطاب بريدي Sending a letter

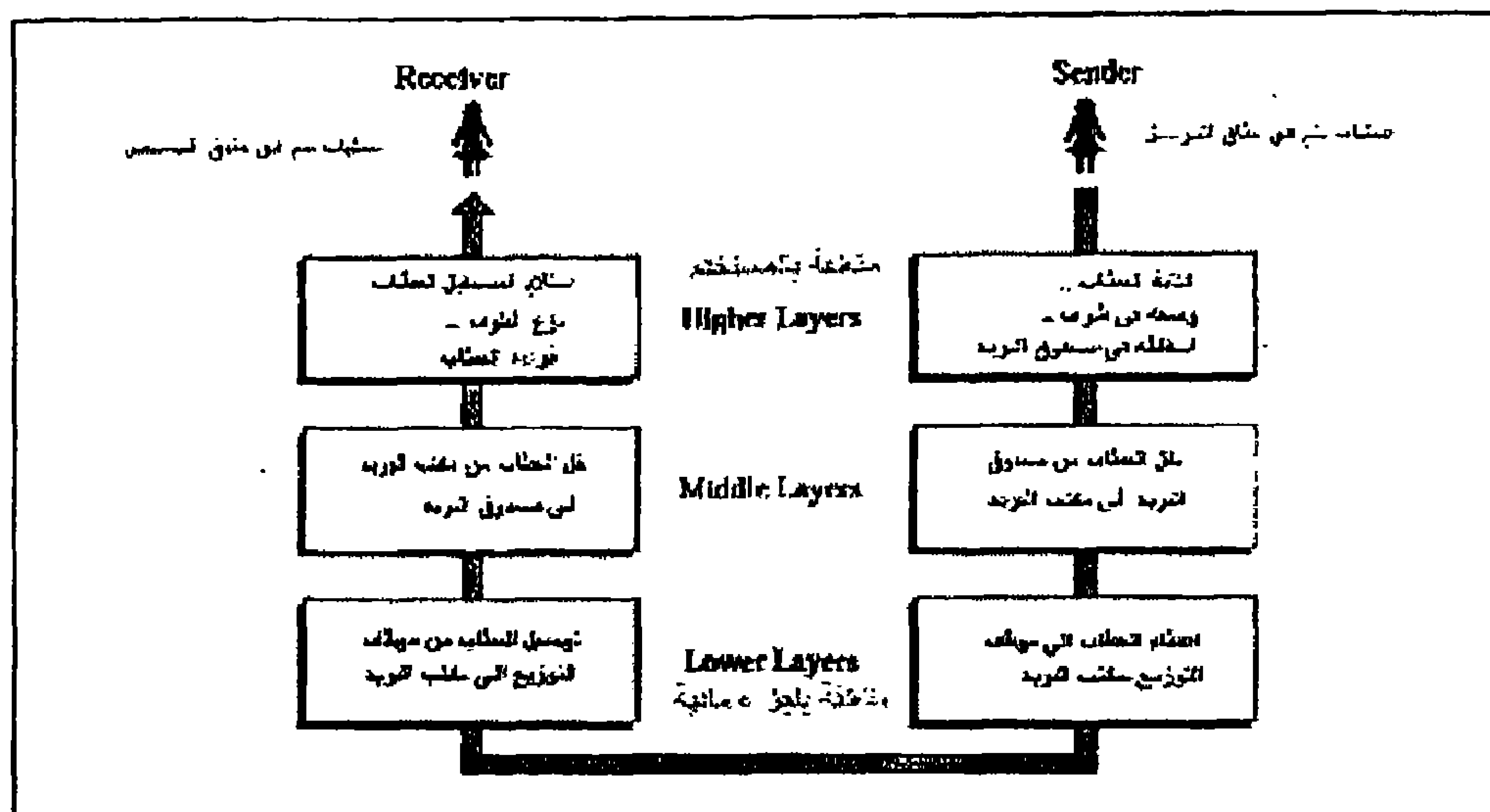
المثال التالي يوضح عملية تقسيم الوظائف إلى مجموعات وتحديد مهام كل مجموعة وتوضيح عملية peer-to-peer وذلك من خلال كتابة وإرسال رسالة بريدية من شخص في مكان ما إلى شخص آخر في مكان آخر. الشكل رقم 6 يوضح هذه العملية (إرسال رسالة بريدية من مصدر إلى وجهه نهائية)

الواجهات بين الطبقات Interfaces between layers

الواجهات بين كل طبقتين لتحديد المعلومات والخدمات التي تؤديها الطبقة للطبقة التالية لها

تنظيم الطبقات Organization of the layers

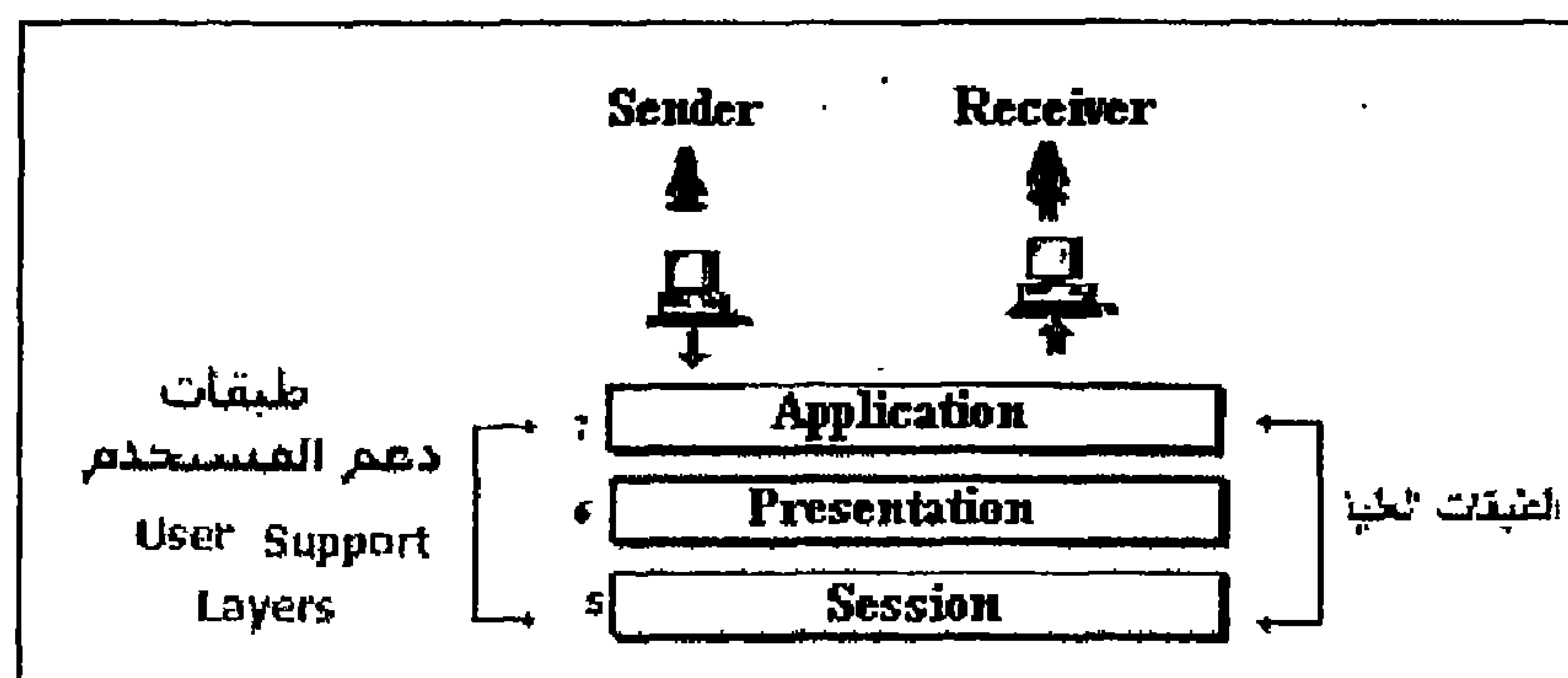
يمكن تقسيم طبقات OSI السبعة إلى ثلاث مجموعات



شكل 6: عملية إرسال رسالة بريدية من شخص في مكان ما إلى شخص آخر في مكان أخر

أولا : الطبقات العليا

هي طبقات (Session, Presentation and Application layers) وتستخدم هذه الطبقات لدعم المستخدم (user) ويتم تنفيذ أنشطة هذه الطبقات بواسطة البرامج (software). الشكل رقم 7 يوضح الطبقات العليا والتي تستخدم لدعم المستخدم

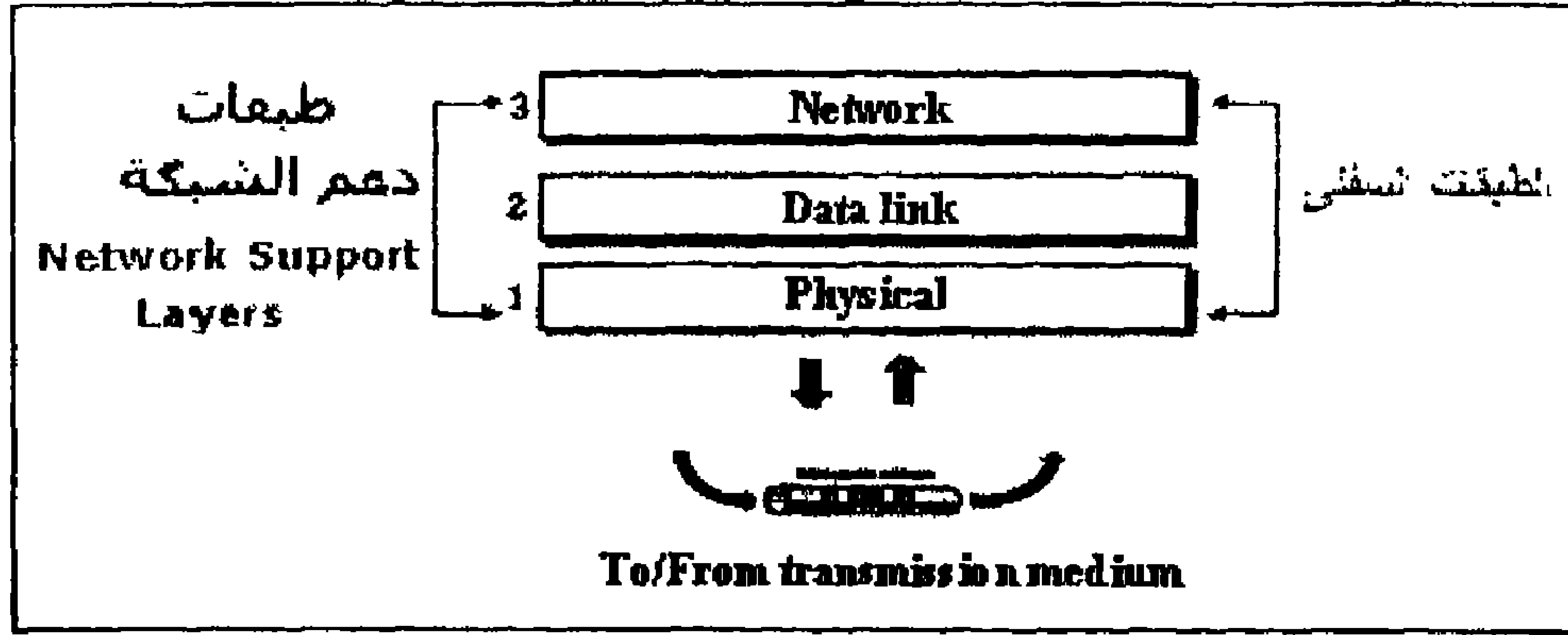


شكل 7 : الطبقات العليا والتي تستخدم لدعم المستخدم

ثانيا : الطبقات السفلى

هي طبقات (Physical, data link and Network layers) و تستخدم هذه الطبقات لدعم الشبكة. تنفذ أنشطة هذه الطبقات بواسطة اتحاد البرامج و المعدات (software

and hardware) باستثناء الطبقة المادّيّة (Physical layer) الذي هو غالبًا ما تنفذ بالمعدّات (hardware). الشكل رعامة فان الطبقات السفلى و التي تستخدم لدعم خدمات الشبكة

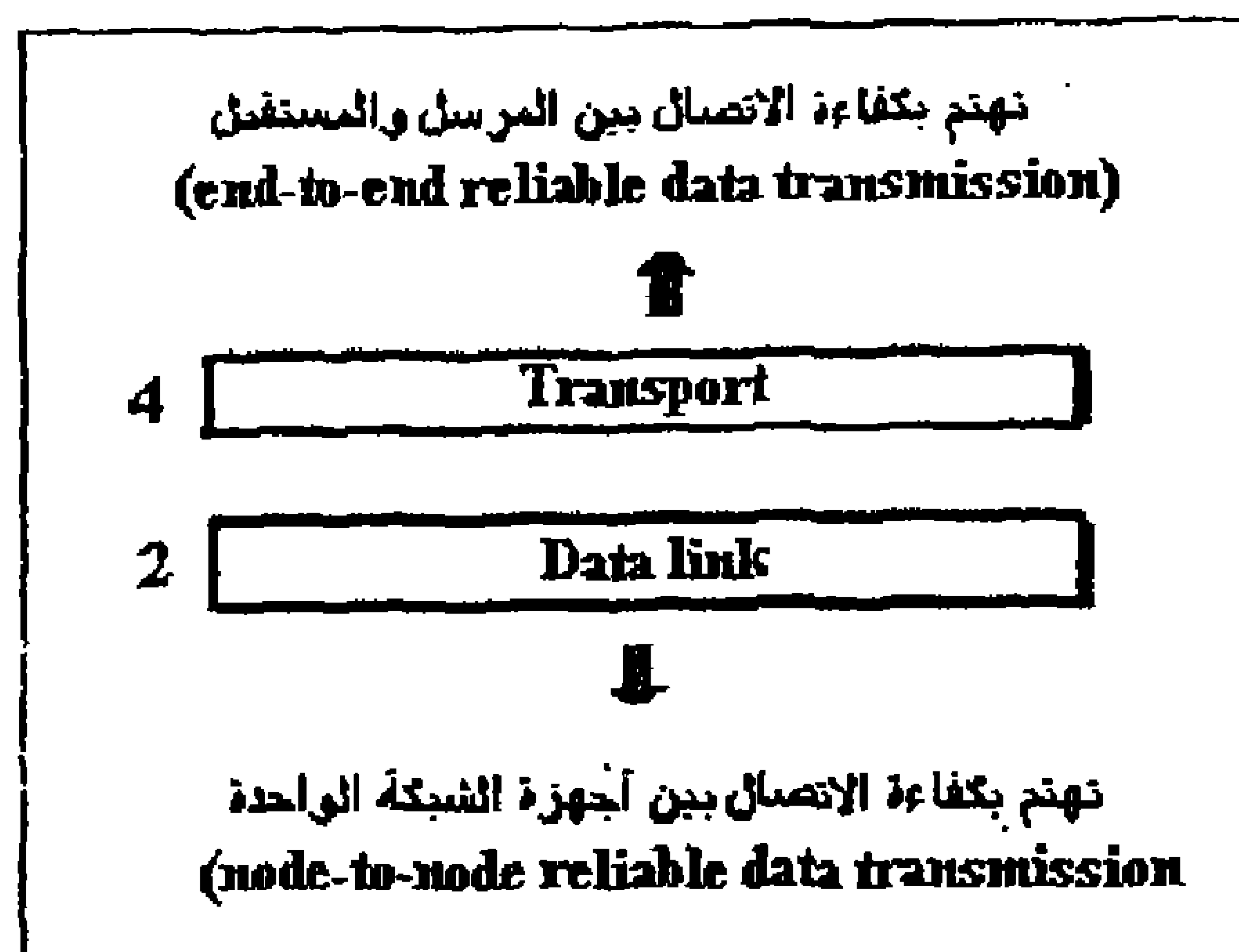


شكل 8 : الطبقات السفلى والتي تستخدم لدعم خدمات الشبكة

تتعامل الطبقات السفلى مع الجوانب المادّيّة لتحريك البيانات من جهاز إلى جهاز آخر مثل المواصفات الكهربائية لكارت الشبكة و التوصيلات المادية بين الأجهزة والعنونة المادية والمنطقية (physical and logical addressing) و تنظيم النقل (flow control) و التحكم في الأخطاء (error control)

ثالثا : الطبقة الوسطى

هي طبقة النقل (Transport layer) والتي تعمل كواجهة بين الطبقات العليا و السفلى حيث أنها تهتم بكفاءة الاتصال بين الطرفين النهائيين (end-to-end or sender to receiver) وذلك مقارنة بطبقة الربط (data link layer) التي تهتم بكفاءة الاتصال من نقطة إلى نقطة أخرى تالية لها داخل الشبكة الواحدة (point-to-point delivery). الشكل رقم 9 يوضح الفارق بين طبقة الربط (data link layer) وطبقة النقل (transport layer)



شكل 9 : الفارق بين طبقة الربط (data link layer) وطبقة النقل (transport layer)

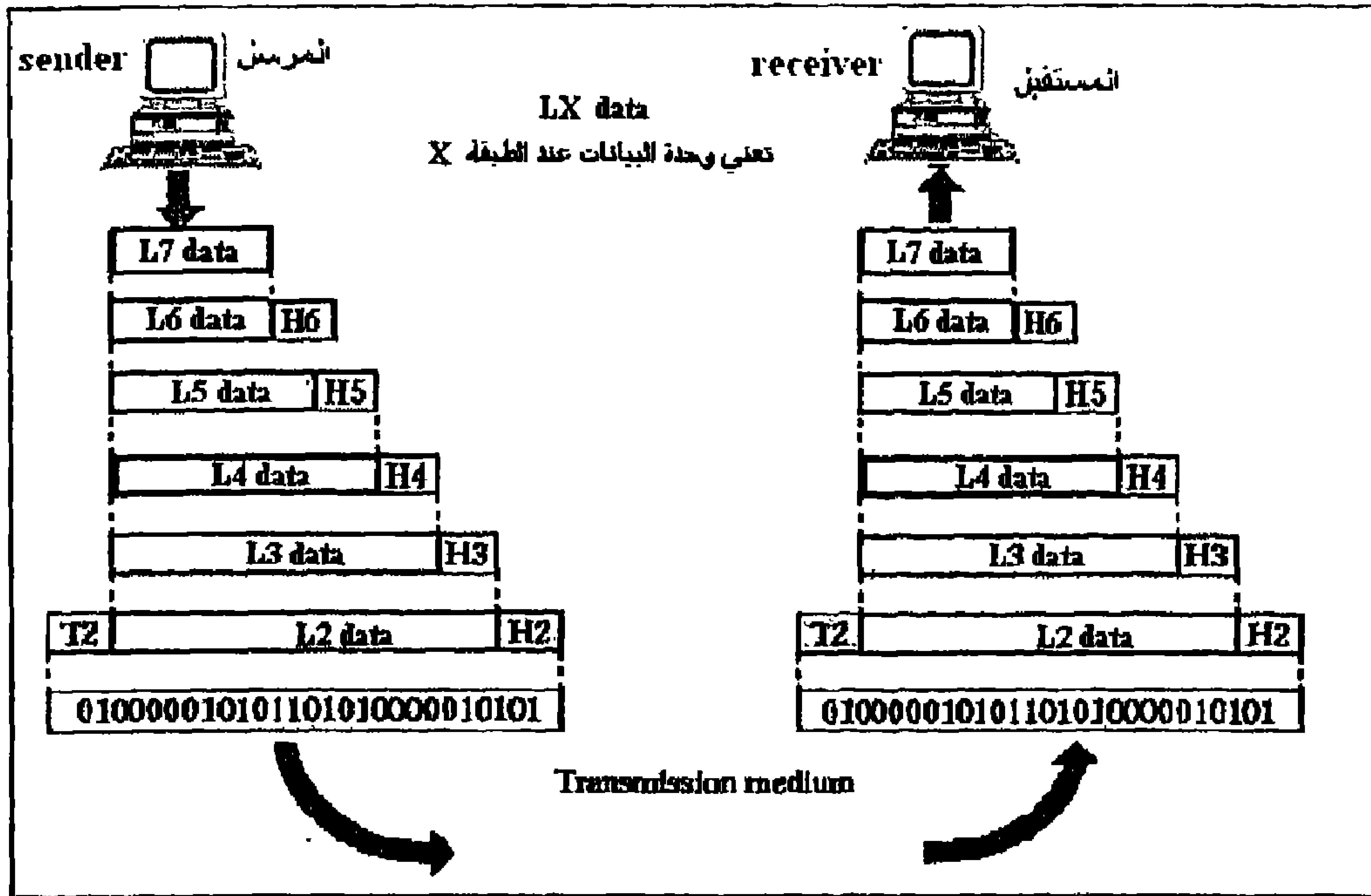
وبصورة عامة فان :

الطبقات الثلاث السفلى : مخصصة لنقل البيانات وتبادلها بين الشبكات (خلال الأوساط الناقلة)

الطبقات الثلاث العليا : مخصصة لتطبيقات وبرامج المستخدم

الطبقة الوسطى : تعمل كواجهة بين الطبقات السفلى والعليا

عند إرسال البيانات عبر الشبكة فإنها تمر خلال الطبقات حيث يتم إضافة Header بواسطة بعض الطبقات (data link , network, transport, session, and presentation layers) قبل تمرير البيانات إلى الطبقة التالية. هذا header يستخدم للتحكم في سريان البيانات داخل أجهزة الشبكة الواحدة أو التحكم في سريان البيانات خلال عدة شبكات. طبقة الربط (data link layer) تقوم بإضافة ذيل (trailer) إلى البيانات والذي يستخدم في تقنيات كشف الأخطاء. الشكل 10 يوضح عملية إضافة الرأس والذيل (header and trailer) أثناء انتقال البيانات خلال طبقات OSI



شكل 10: عملية إضافة الرأس و الذيل header and trailer

أثناء انتقال البيانات خلال طبقات OSI

ترتيب العمليات

1) تبدأ العملية من الطبقة السابعة (application layer) التي ترتبط بالمستخدم ثم تنتقل إلى عمليات الطبقة التي أسفل منها حتى تصل في النهاية إلى الطبقة المادية (Physical layer) التي ترتبط بوسط الإرسال (transmission medium)

2) في كل طبقة (عدا الطبقة الأولى و السابعة) يتم إضافة رأس للبيانات المرسلة والذي يستخدم في عمليات Flow control

3) في الطبقة الثانية (data link layer) يتم إضافة ذيل إلى البيانات و الذي يستخدم في عمليات error control

4) تقوم الطبقة الأولى (Physical layer) بتحويل الرسالة الرقمية (groups of bits) إلى إشارة كهرومغناطيسية (أو كهربية أو ضوئية) لتنتقل بالتالي إلى الوسط المادي (wireless or wire medium)

5) بعد وصول الإشارة إلى المستقبل (receiver) تنتقل إلى الطبقة الأولى (physical layer) في طبقات المستقبل لتتحول إلى رسالة رقمية

6) تتحرك الرسالة لأعلى خلال طبقات OSI للمستقبل

7) عند انتقال الرسالة إلى الطبقات المتتالية يتم استخلاص الرأس والذيل في نفس الطبقات المناظرة (peer-to-peer process) لطبقات المرسل ويتم إجراء العمليات المناسبة في كل طبقة

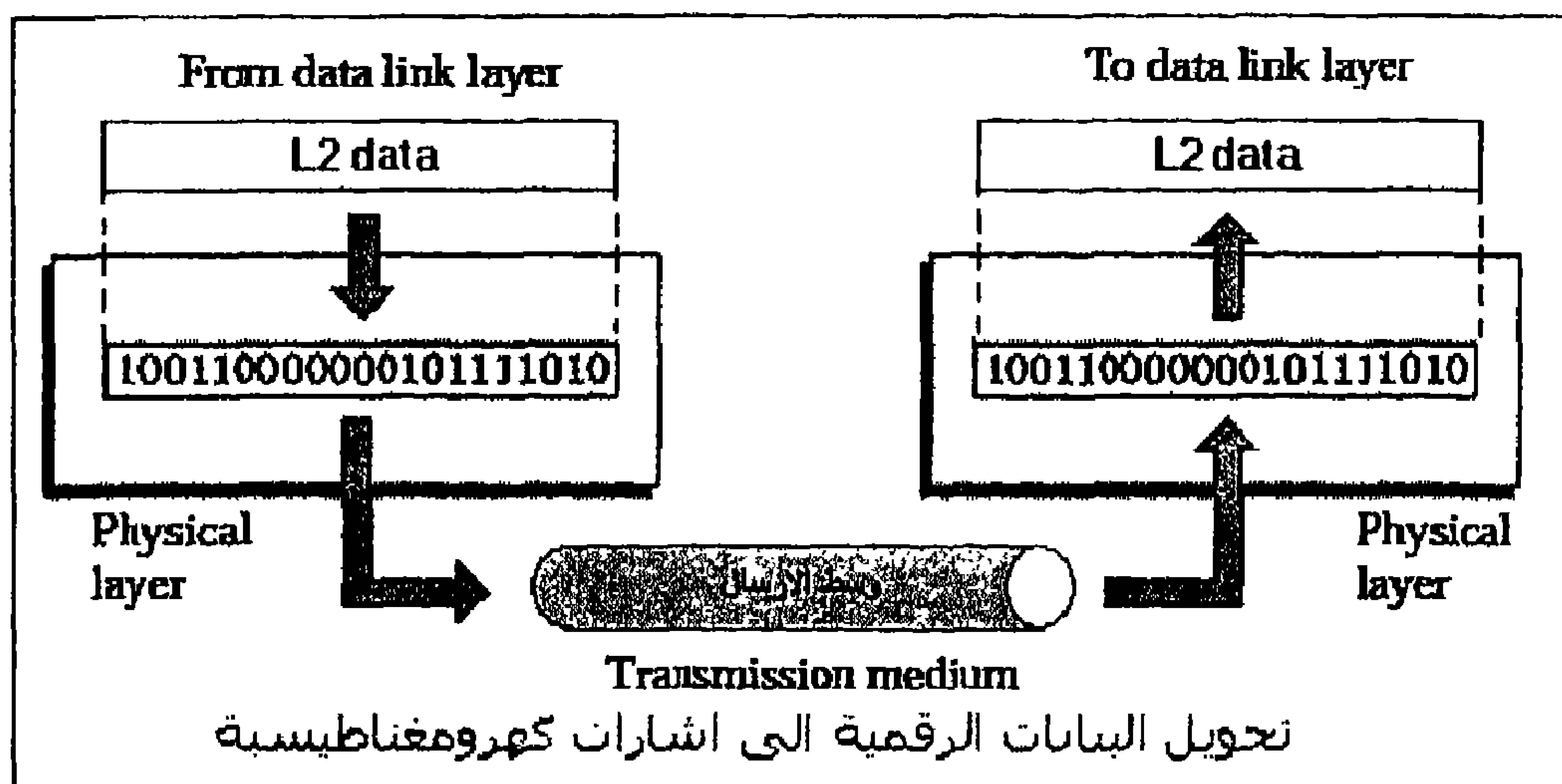
8) تتحرك البيانات حتى تصل إلى الطبقة السابعة في صورة ملائمة لطبقة التطبيق (application layer) وتكون حينئذ في صورة ملائمة للمستلم

7.4) طبقات نموذج التبادل المفتوح THE OSI LAYERS

في الجزء التالي سنناقش المهام والوظائف والخصائص لكل طبقة من طبقات (OSI model) وعلاقتها بالطبقة التي تليها

7.4.1) الطبقة المادية Physical Layer

تقوم الطبقة المادية (Physical layer) بتحويل الرسالة الرقمية (groups of bits) إلى إشارة كهرومغناطيسية لتنتقل بالتالي إلى الوسط المادي السلكي أو اللاسلكي وبعد وصولها إلى المستقبل تقوم هذه الطبقة بإعادة تحويل الإشارة مرة أخري إلى الرسالة الرقمية الأصلية كما أن هذه الطبقة تقوم بتنسيق الوظائف المطلوبة لإرسال bits عبر الوسط المادي . ومن ناحية أخرى فان (Physical layer) تحدد المواصفات الميكانيكية والكهربية الخاصة بكارت الشبكة (السطح البيني) وأوساط النقل (الكابلات) بالإضافة إلى تحديد الخطوات والمهام التي تقوم بها الأجهزة المادية والأوساط البينية (interface) لتحقيق عملية الإرسال وتحديد كيفية اتصال الكبل بكارت الشبكة. الشكل 11 يوضح ارتباط الطبقة المادية (physical layer) بطبقة الربط (data link layer) واتصالها بوسط الإرسال



شكل 11 :ارتباط الطبقة المادية (physical layer) بطبقة الربط (data link layer) واتصالها بوسط الإرسال

مهام الطبقة المادية (Physical layer)

تختص الطبقة المادية بالمهام التالية:

1) الخصائص المادية للواجهات ووسائط النقل

Physical characteristics of interfaces and media

تحدد خصائص الطبقة البينية (interface) بين الأجهزة ووسط الإرسال كما تحدد خصائص ونوع وسط الإرسال

2) تمثيل البيانات Representation of data

بيانات الطبقة المادية تتكون من سيل من bits (stream of bits) ولإرسالها خلال وسط الإرسال يجب أن تشفر هذه البيانات الرقمية إلى إشارات كهرومغناطيسية أو كهربية أو بصرية (تبعا لنوع وسط الإرسال) ولذلك فان الطبقة المادية تحدد نوع التشفير الذي سيتم إجراؤه على سيل bits

3) سرعة إرسال البيانات **Data Rate**

تحدد الطبقة المادية (Physical layer) سرعة إرسال البيانات (data rate) (عدد bits في الثانية الواحدة) بالإضافة إلى تحديد المسافة بين bits

4) تحقيق التزامن **Synchronization of bits**

تحدد الطبقة المادية (Physical layer) طبيعة وكيفية تحقيق التزامن بين عملية الإرسال وعملية الاستقبال

5) ارتباط الأجهزة **Line configuration**

الطبقة المادية (Physical layer) تحدد كيفية ارتباط الأجهزة داخل الشبكة بالوسط المادي (point-to-point or multipoint configuration)

6) الطوبولوجي المادي **Physical topology**

تحدد الطبقة المادية (Physical layer) كيفية توصيل الأجهزة داخل الشبكة (ring, bus, mesh, star, tree or hybrid)

7) اتجاه سريان البيانات **Transmission mode**

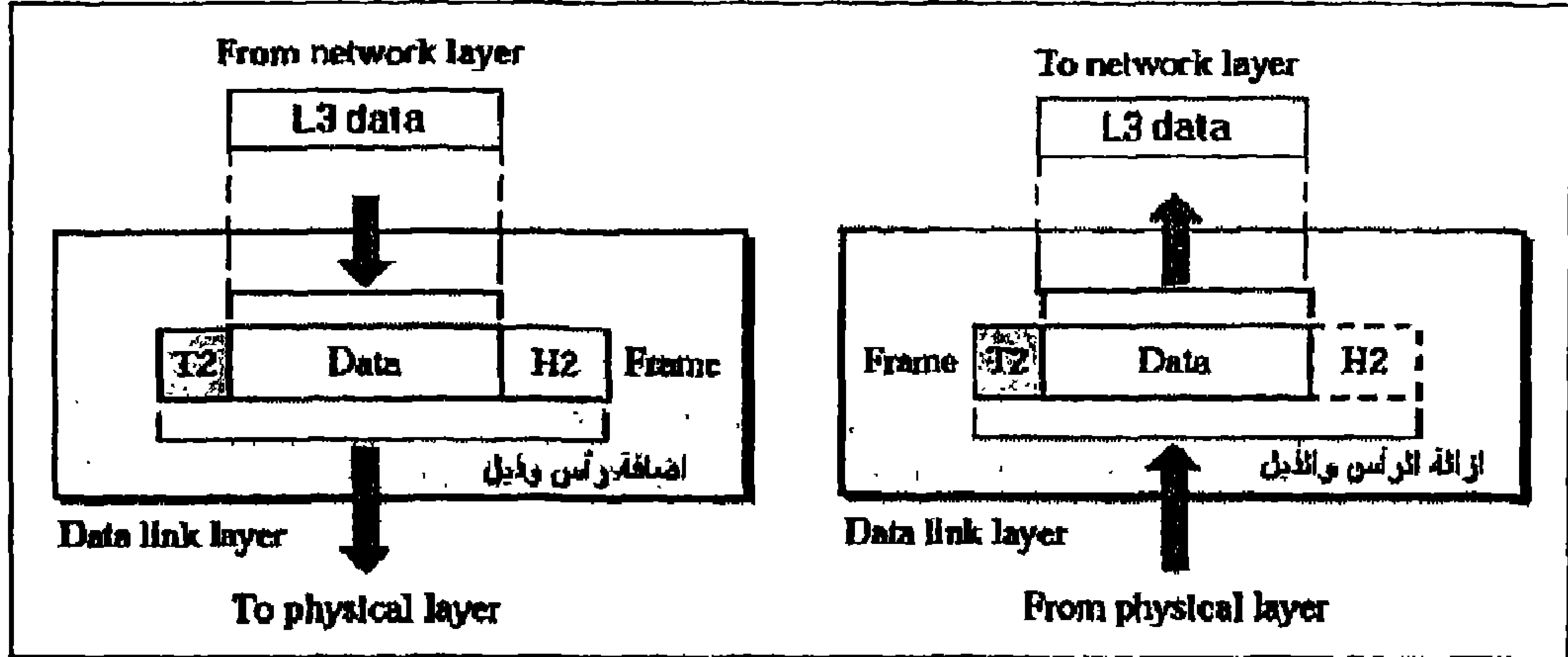
تحدد الطبقة المادية اتجاه سريان الإشارات بين الأجهزة (simplex, half-duplex or full-duplex transmission)

7.4.2) طبقة الربط (ربط البيانات) Data Link Layer

تهتم طبقة الربط (data link layer) بكفاءة الاتصال داخل أجهزة الشبكة الواحدة (node-to-node delivery) كما أنها تقوم بتنسيق الرزم (packet) المقدمة إلى الطبقة المادية physical layer والتحكم في تدفق البيانات وكذلك إعادة البيانات التي تعرضت للتلف بالإضافة إلى جعل الرسائل الآتية من الطبقة المادية (physical layer) خالية من الأخطاء قبل توصيلها إلى طبقة الشبكة (network layer) . من ناحية أخرى طبقة الربط (data link layer) تقوم بتقسيم البيانات إلى أجزاء صغيرة frames (إطارات) وتضيف إليها الرأس (header) والذيل (trailer) والتي تحتوي

على معلومات للتحكم في التدفق وللتأكد من عدم وجود أخطاء بالإطارات (Frames).

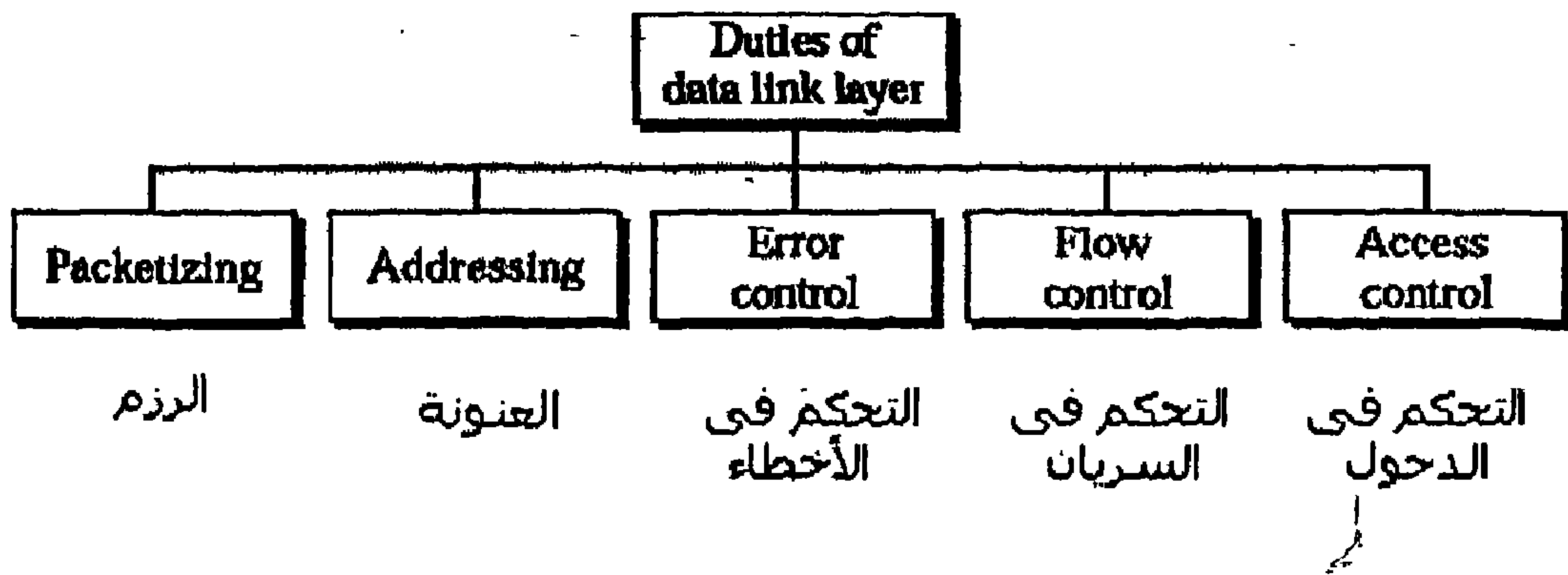
الشكل رقم 12 يوضح الارتباط بين طبقة الارتباط (data link layer) وكل من الطبقة المادية (physical layer) وطبقة الشبكة (network layer)



شكل 12 : الارتباط بين طبقة الربط (data link layer) وكل من الطبقة المادية (physical layer) وطبقة الشبكة (network layer)

مهام طبقة الربط (data link layer)

تختص طبقة الربط بالمهام التالية



1) التشكيل Framing

تقسم طبقة الربط (data link layer) سيل bits (stream of bits) الآتية من طبقة الشبكة (network layer) إلى وحدات صغيرة تسمى إطارات (frames)

2) العنونة المادية Physical addressing

حيث أن إطارات البيانات تنتقل خلال الأجهزة المختلفة داخل الشبكة الواحدة فان طبقة الربط (data link layer) تقوم بإضافة رأس (header) إلى كل إطار لتحديد العنوان المادي للمرسل وعنوان الوجهة (المستقبل) . إذا كان الإطار سيذهب إلى شبكة أخرى خارج شبكة المرسل فسيكون عنوان المستقبل في هذه الحالة هو عنوان الجهاز الذي سيربط شبكة المرسل بالشبكة الأخرى.

3) التحكم في التدفقFlow control

إذا كانت سرعة البيانات عند الاستقبال أقل منها عند الإرسال. فتقوم طبقة الربط بفرض ميكانيزم للتحكم في السريان وذلك لمنع تشبع جهاز الاستقبال (prevent overwhelming the receiver)

4) التحكم في الأخطاءError control

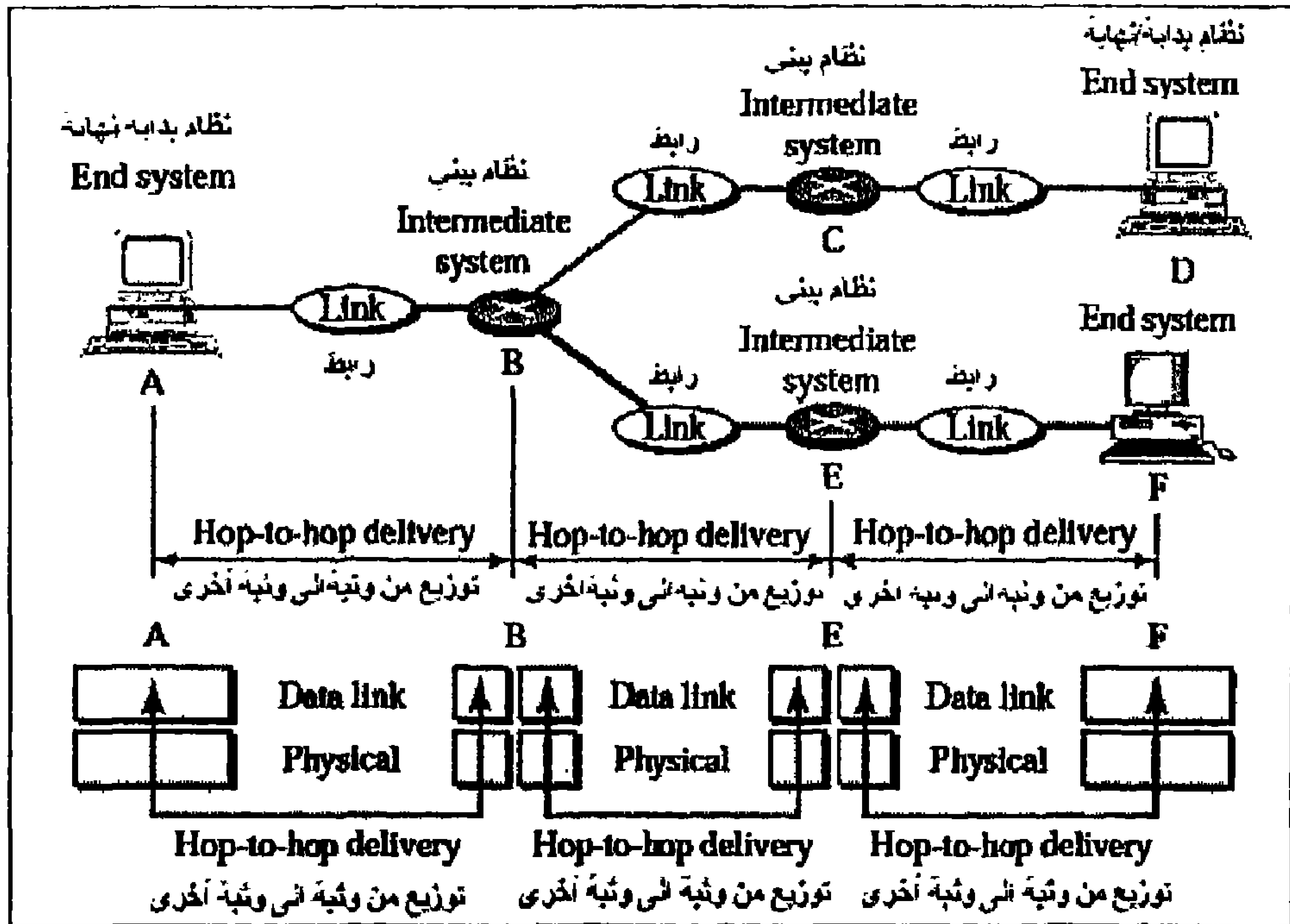
تضيف طبقة ربط (data link layer) اعتمادية إلى الطبقة المادية بواسطة إضافة ميكانيزم لاكتشاف الأخطاء في الإطارات (frames) وإعادة إرسال الإطارات التي بها أخطاء أو المفقودة وتقوم أيضا هذه الطبقة باستخدام ميكانيزم لمنع تكرار الإطارات . التحكم في الأخطاء يتم من خلال إضافة ذيل (trailer) إلى نهاية كل إطار (frame)

5) التحكم في إذن الدخول Access control

عندما يتصل جهازين أو أكثر بنفس الرابط فإن طبقة الربط لديها البروتوكولات الضرورية لتحديد الجهاز الذي يتحكم في الرابط في أي وقت

التوزيع بين أجهزة الشبكة Point-to-point delivery

الشكل رقم 13 يوضح اتصال عدة أجهزة ونقاط بينية داخل الشبكة الواحدة (hop- to- hop delivery)



شكل 13 : اتصال عدة أجهزة ونقاط بينية داخل

الشبكة الواحدة (hope-to-hope delivery)

مثال 3:

في الشكل رقم 14 يوجد شبكة محلية تحتوي على خمسة أجهزة متصلة برابط واحد عناوينها المادية هي (77, 40, 18, 16, and 13) . فإذا كان الجهاز الذي عنوانه المادي 77 يريد إرسال إطار إلى الجهاز الذي عنوانه المادي 13 . حدد محتويات الإطار

الحل:

الإطار يحتوى على رأس (header) يتكون من العناوين المادية للمرسل والمستقبل (77 and 13) باقي الرأس قد يحتوي على معلومات أخرى نحتاج إليها في هذا المستوى. كما يحتوى الإطار على الذيل (trailer) الذي عادة ما يحتوي على بتات إضافية نحتاج إليها في اكتشاف الأخطاء والشكل رقم 14يوضح محتوى الإطار

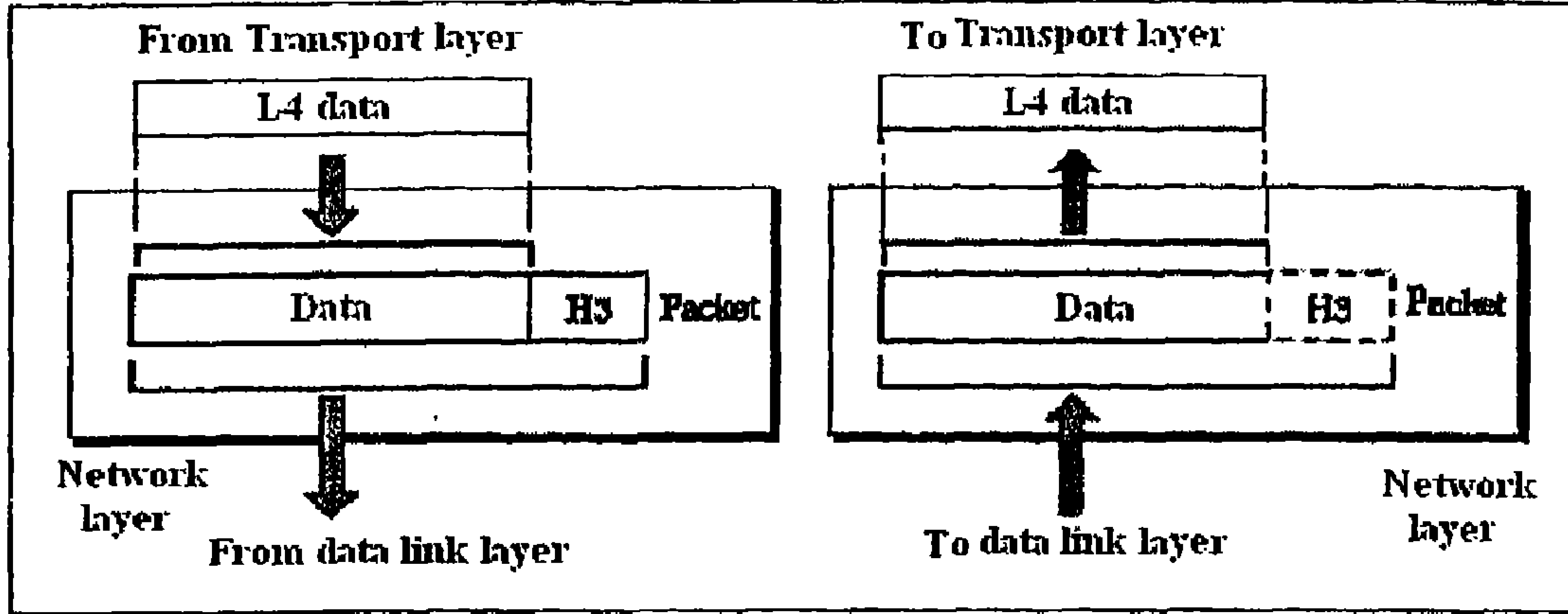
نقاط بينية
77 40 18 16 13
ذيل لاكتشاف الأخطاء
header محتوى الرأس
T2 Data 13 77
Trailer البيانات Source address Destination address
العنوان المادي للمرسل العنوان المادي للمستقبل

شكل 14: شبكة محلية تحتوي على خمس أجهزة

7.4.3) طبقة الشبكة Network Layer

طبقة الشبكة (network layer) مسئولة عن التوزيع بين المصدر والوجهة النهائية (source –to-destination delivery) للحزم التي تنتقل عبر شبكات متعددة بعكس طبقة الربط (data link) المسئولة عن التوزيع للحزم بين جهازين داخل نفس الشبكة (node-to-node delivery). تقوم طبقة الشبكة (network layer) باختيار أفضل المسارات داخل الشبكة وذلك حسب حركة المرور في الشبكة Traffic Load كما تقوم بتوجيه الرسالة نحو العنوان الصحيح وذلك لوجود بروتوكول IP بها بالإضافة إلى أنها تتأكد من أن كل حزمة تأتي من المصدر وتذهب إلى وجهتها النهائية. الشكل رقم 15 يوضح الارتباط بين طبقة الشبكة (network layer) وكلا من طبقة الربط (data link layer) وطبقة النقل (transport layer).

إذا كان هناك جهازين تم توصيلهما على نفس الرابط داخل شبكة واحدة فأنه ليس هناك حاجة لوجود طبقة الشبكة أما إذا كان الجهازين متصلين بشبكتين مختلفتين فسيكون هناك حاجة إلى طبقة الشبكة لإنجاز توزيع البيانات من المصدر إلى الوجهة النهائية.



شكل 15 : الارتباط بين طبقة الشبكة (network layer) وكلا من طبقة الربط (data link layer) وطبقة النقل (transport layer)

مهام طبقة الشبكة (Network layer)

تختص طبقة الشبكة بالمهام التالية

1) العنونة المنطقية Logical addressing

العنوان الذي تم إضافته بواسطة طبقة الربط هو عنوان محلى (داخل الشبكة) فإذا كانت البيانات ستنتقل إلى خارج الشبكة فستكون هناك حاجة إلى عنوان آخر (عنوان منطقي logical address) للمساعدة على تمييز المصدر والوجهة النهائية . طبقة الشبكة تضيف رأس (header) إلى الحزمة الآتية من طبقة النقل (transport layer) والذي يحتوي على العناوين المنطقية (logical addresses) للمصدر والوجهة النهائية

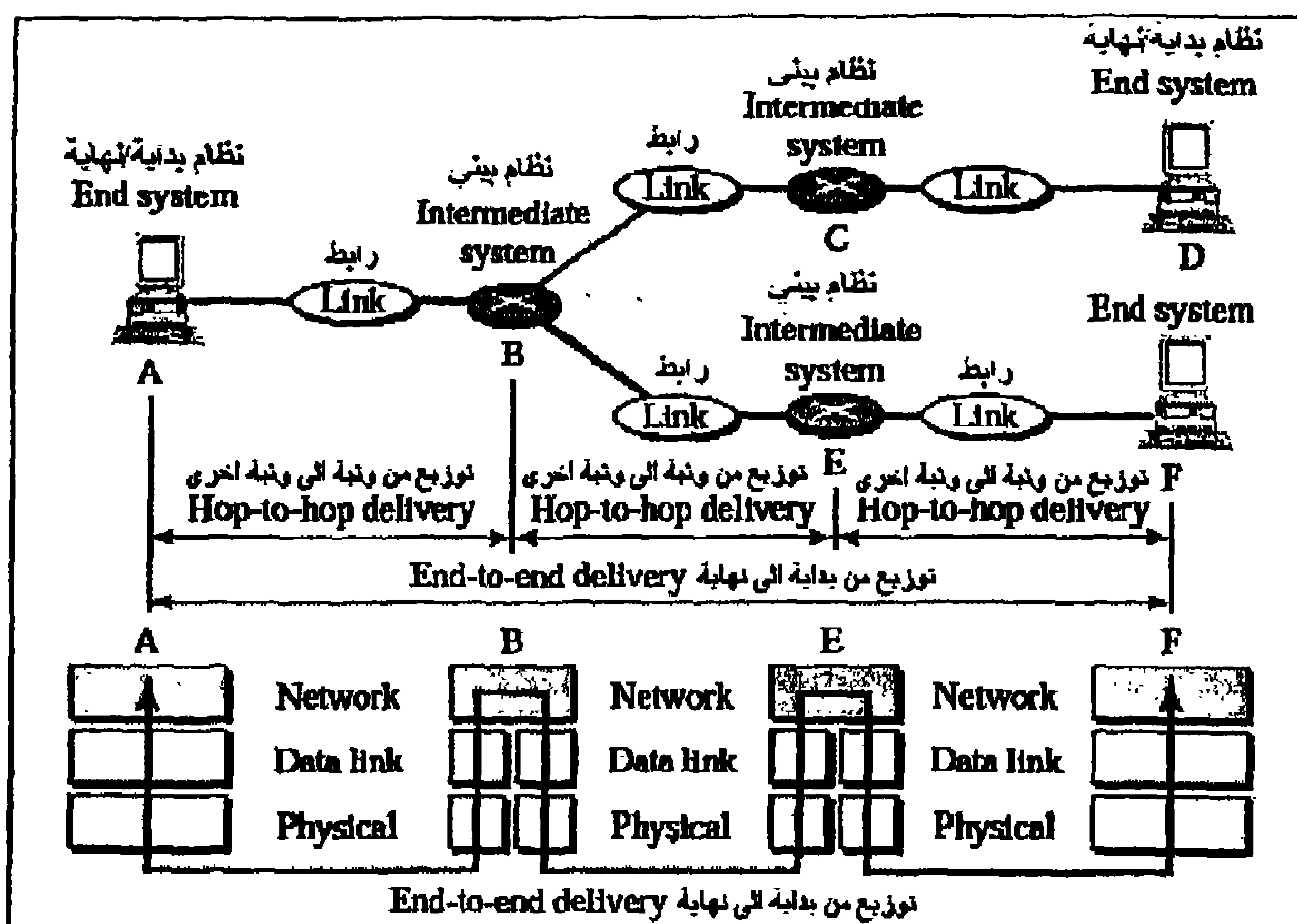
2) تسيير البيانات خلال الشبكات Routing

عندما تتصل شبكات أو روابط مستقلة معا لتكوين Internetwork (شبكات متداخلة) أو شبكة كبيرة فسيتم استخدام أجهزة توصيل (router or gateways)

لتحديد مسلك الحزم حتى الوجهة النهائية . أحد أغراض طبقة الشبكة هو التزويد بهذا الميكانيزم

التوزيع بين المصدر والوجهة النهائية Source-to-destination delivery

الشكل رقم 16 يوضح اتصال عدة أجهزة ونقاط بينية داخل عدة شبكات (source-to-destination delivery)



شكل رقم 16 : اتصال عدة أجهزة ونقاط بينية داخل عدة شبكات

(source-to-destination delivery)

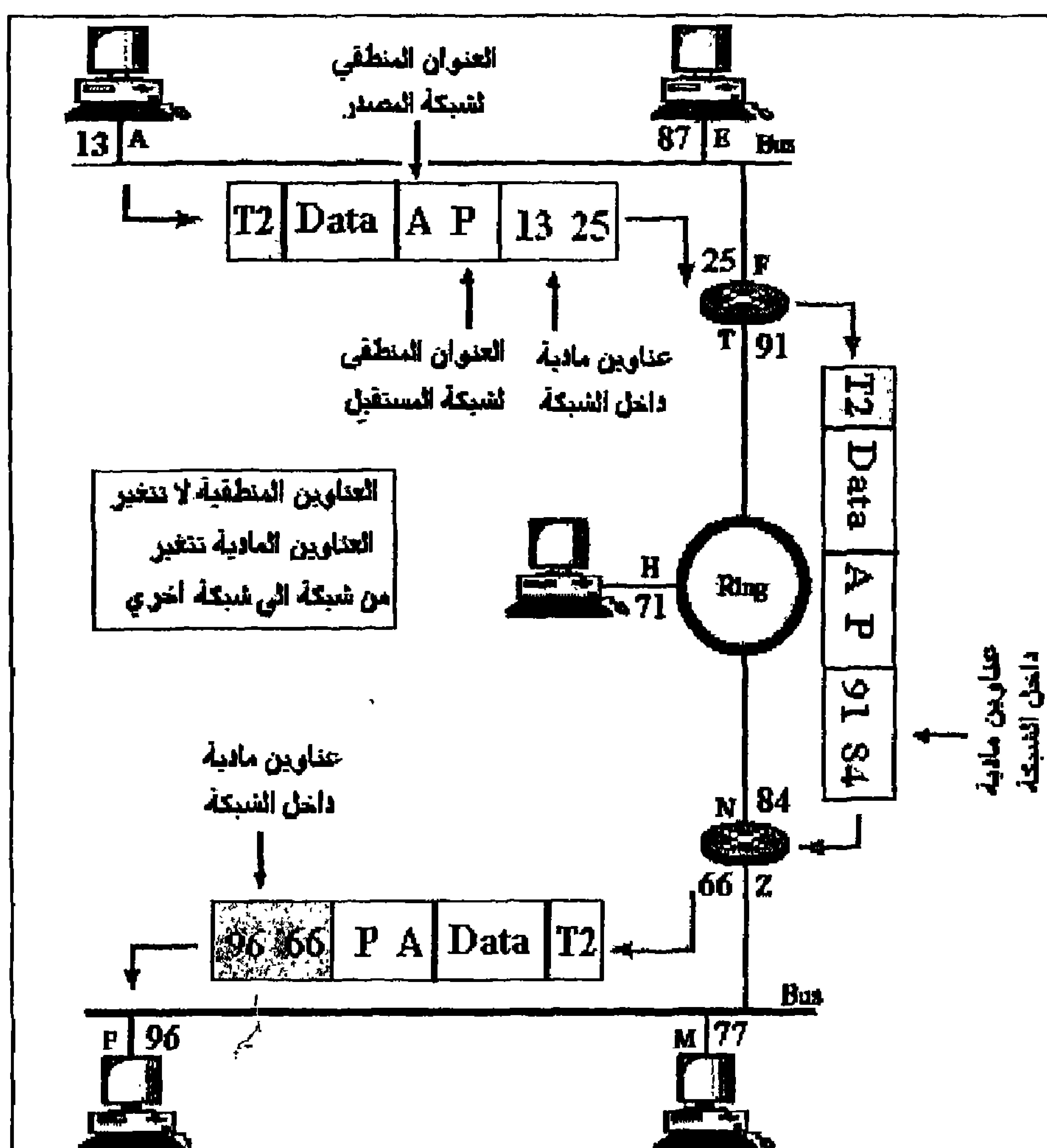
مثال 4:

نريد إرسال بيانات من نقطة (جهاز) بعنوان شبكة (A) وعنوان مادي 13 داخل شبكة LAN إلى جهاز آخر بعنوان شبكة (P) وعنوان مادي 96 في شبكة أخرى. نظرا لأن الجهازين موضوعين في شبكتين مختلفتين فلا نستطيع استخدام العنوان المادي فقط (حيث أنه عنوان محلى داخل شبكة واحدة) وبالتالي نحتاج إلى عنوان

عـام يمكـن أن يمـر خـلال حـدود الشـبكة والـى خارجهـا . عـنوان الشـبكة المنطقـي (logical address) لديه هذه الخاصية

الحزمة داخل الشبكة تحتوي على عنوان منطقي والذي يحدد المصدر والوجهة النهائية . هذا العنوان لن يتغير عند خروج البيانات خارج الشبكة بعكس العنوان المادي الذي يتغير عند الخروج من الشبكة إلى شبكة أخرى .

الشكل رقم 17 يوضح محتوى الإطار عند انتقاله من شبكة إلى شبكة أخرى

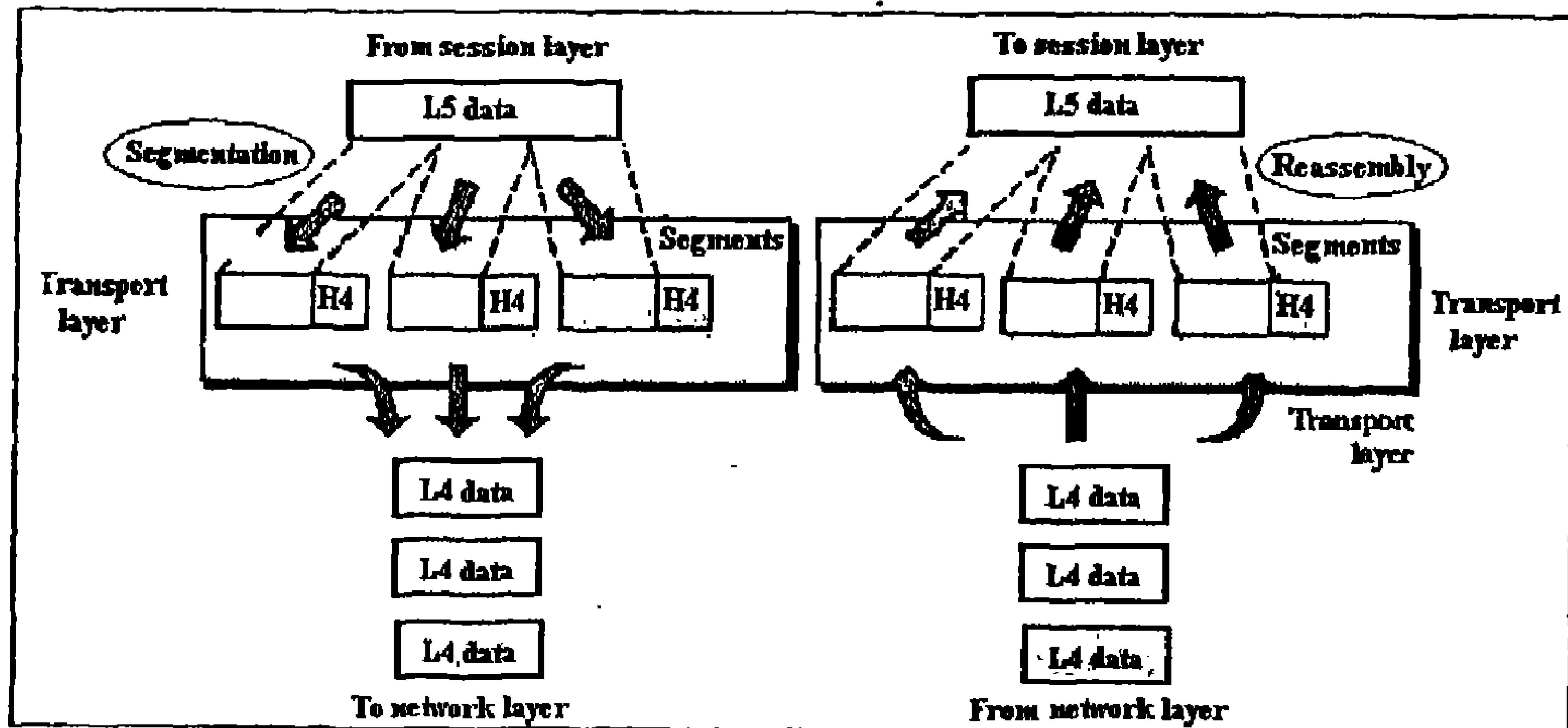


شكل 17 : محتوى الإطار عند انتقاله من شبكة إلى شبكة أخرى

7.4.4) طبقة النقل Transport Layer

طبقة النقل (transport layer) هي الطبقة المسئولة عن توصيل الرسالة من process or application داخل جهاز المصدر إلى process or application آخر داخل الوجهة النهائية (process-to-process delivery) بعكس طبقة الشبكة التي تكون مسئولة عن (end-to-end delivery) للأجزاء الداخلية للرسالة كما أنها تفصل بين الطبقات الموجهة للمستخدم (الطبقات العليا) والطبقات الموجهة للشبكة (الطبقات السفلى). هذه الطبقة مسئولة عن تسليم البيانات بشكل سليم وخالي من الأخطاء كما أنها مسئولة عن إشعار الاستلام من المستقبل بأن الحزمة (packet) تم استلامها بدون أخطاء (end-to-end delivery)

بالرغم من أن هذه الطبقة تراقب توزيع الحزم ولكنها لا تعتني بأي علاقة بين هذه الحزم حيث أنها تتعامل مع كل حزمة بصورة مستقلة وكأنها رسائل منفصلة. في المقابل فان هذه الطبقة تتأكد من أن كل الحزم وصلت بصورة كاملة وسليمة ومرتبة مع مراقبة كل من التحكم في الأخطاء والسريان من المصدر إلى الوجهة النهائية. الشكل رقم 18 يوضح الارتباط بين طبقة النقل (transport layer) وكلا من طبقة الشبكة (network link layer) وطبقة المحادثة (session layer)



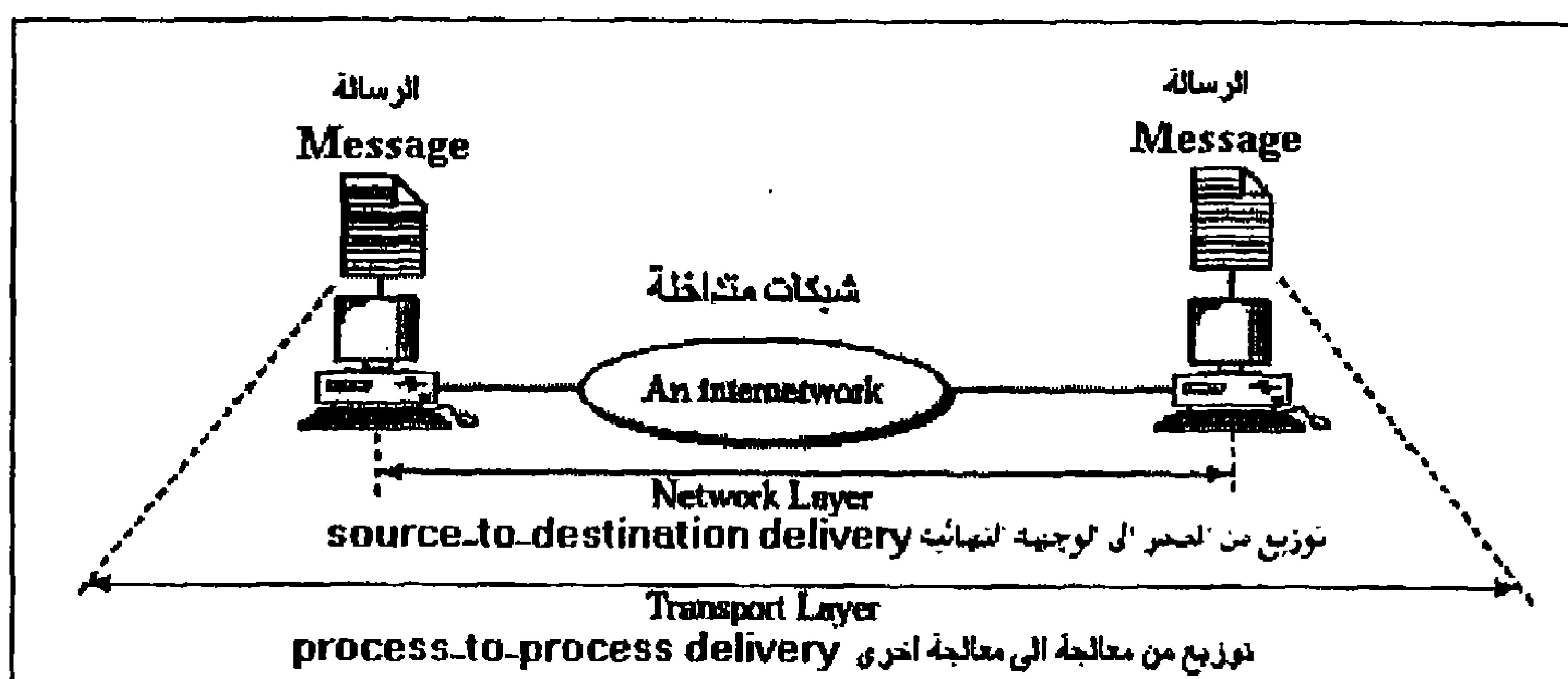
شكل 18: الارتباط بين طبقة النقل (transport layer) وكلا من طبقة الشبكة (network link layer) وطبقة المحادثة (session layer)

مهام طبقة النقل (transport layer)

تختص طبقة النقل بالمهام التالية

1) عنونة نقطة الخدمة Service-point addressing

غالبا تشغل الحاسبات عدة برامج في نفس الوقت ولهذا السبب فان عملية التوصيل source-to-destination لا تعني فقط التوصيل من جهاز إلى جهاز آخر ولكن أيضا من تطبيق أو معالجة (running program) في أحد الأجهزة إلى تطبيق أو معالجة (running program) في جهاز آخر. ولهذا السبب فأن header الخاص بطبقة النقل (transport layer) يجب أن يتضمن نوع من العنونة يسمى service-point address أو port address. يوجد ترابط بين عمل كل من طبقة الشبكة وطبقة النقل حيث أن طبقة الشبكة توصل الحزمة (packet) من الحاسب إلى حاسب آخر وطبقة النقل توصل الرسالة (message) إلى معالجة (process) داخل هذا الحاسب. الشكل رقم 19 يوضح هذا الترابط



شكل 19: الترابط بين عمل كل من طبقة الشبكة وطبقة النقل في توصيل الرسالة من جهاز إلى جهاز آخر

بصورة عامة فان طبقة النقل (transport layer) مسئولة عن نقل الرسالة من Process (running program) إلى Process (running program)

أخرى (reliable process-to-process delivery of message) وبالتالي فإنها مسئولة عن تحقيق الكفاءة عند الانتقال من معالجة إلى معالجة أخرى (process-to-process reliability)

2) التقسيم وإعادة التجميع Segmentation and reassembly

تقوم طبقة النقل (transport layer) في جهاز المصدر بتقسيم الرسالة إلى عدة أقسام (segments) ثم تقوم بتوظيف رقم لكل قسم. هذه الأرقام تكون متتالية حيث يتم خلال طبقة النقل (transport layer) إعادة تجميع أقسام الرسالة بصورة سليمة بعد وصولها إلى destination بالإضافة إلى تحديد الحزم (packet) المفقودة أثناء الإرسال

3) التحكم في الارتباط Connection control

تنقسم طبقة النقل إلى نوعين: Connectionless-oriented transport layer and connection-oriented transport layer. في النوع الأول (Connectionless-oriented transport layer) تعامل طبقة النقل كل قسم (segment) على أنه حزمة منفصلة (independent packet) وتقوم بتوصيلها إلى طبقة النقل في جهاز الاستقبال (destination). في النوع الثاني (connection-oriented transport layer) تنشأ طبقة النقل توصيل مع طبقة النقل في جهاز الاستقبال (destination) قبل إرسال الحزم (packets) ثم تقوم بنقل الحزم وفي النهاية وبعد وصول جميع البيانات يتم قطع الاتصال

4) التحكم في التدفق Flow control

تكون طبقة النقل (transport layer) مسئولة عن التحكم في التدفق (مثل طبقة الربط data link layer). التحكم في التدفق في هذه الطبقة يكون (end-to-end) وذلك

بخلاف التحكم في التدفق من خلال طبقة الربط (data link layer) الذي يكون (point-to-point) أي خلال رابط واحد

5) التحكم في الأخطاء Error control

تكون طبقة النقل (transport layer) مسئولة عن التحكم في الأخطاء (مثل طبقة الربط data link layer). التحكم في الأخطاء في هذه الطبقة يكون (end-to-end) وذلك بخلاف التحكم في الأخطاء من خلال طبقة الربط (data link layer) الذي يكون (point-to-point) أي خلال رابط واحد. طبقة النقل في المرسل (sending transport layer) تتأكد أن الرسالة (message) وصلت إلى طبقة النقل في المستقبل (receiving transport layer) بدون أخطاء

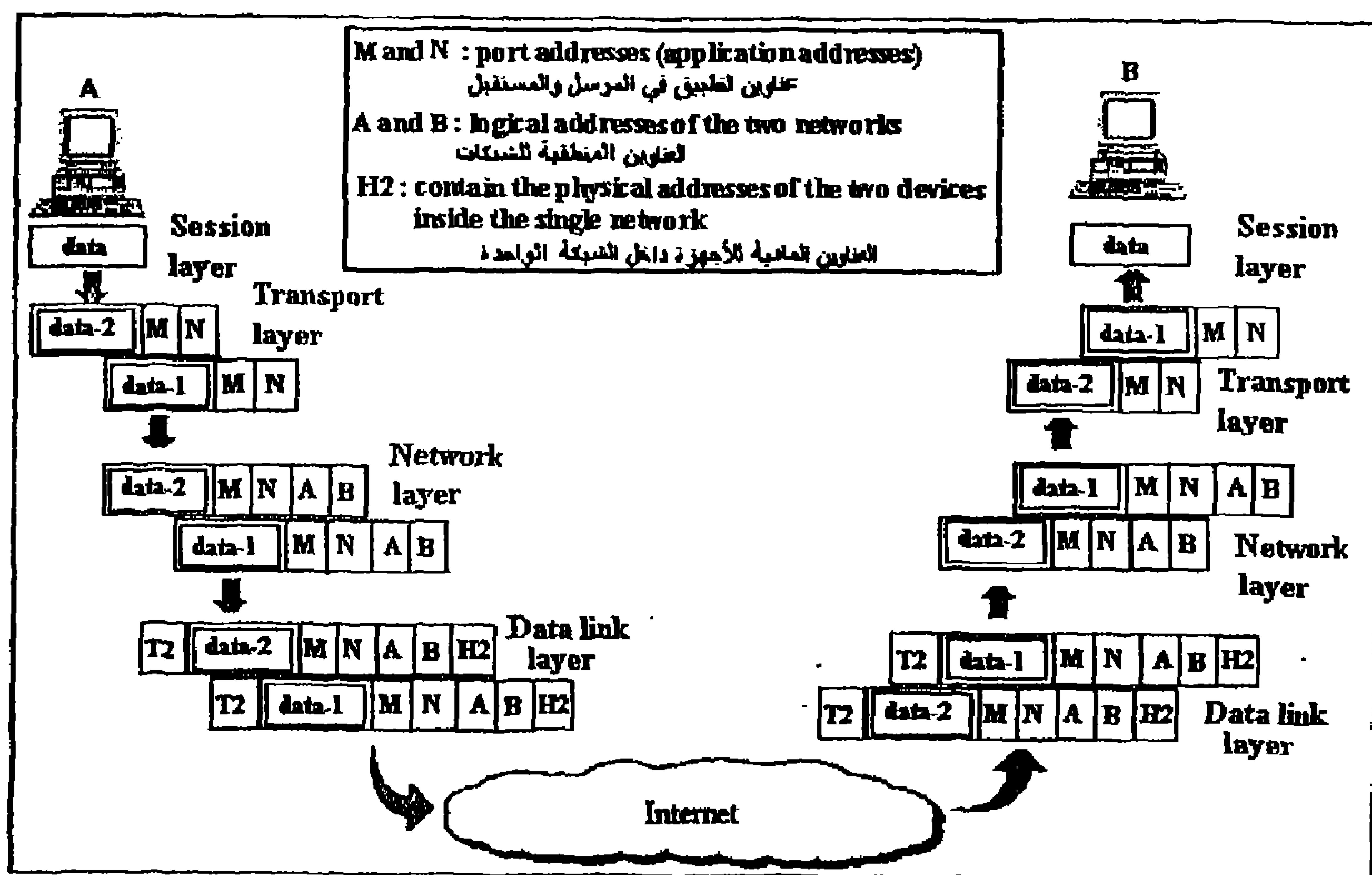
مثال:5

البيانات تأتي من طبقات المستوى الأعلى ولها العناوين (port) service-point addresses M and N حيث أن j هو عنوان التطبيق المرسل (sending application) و k هو عنوان التطبيق المستقبل (receiving application) .
حيث أن حجم البيانات أكبر مما يمكن أن تتحمله طبقة الشبكة فسيتم تقسيم هذه البيانات إلى حزمتان (two packets) وكل حزمة (packet) تحتفظ بعناوين المرفأ (port) (M and N).

عند انتقال الحزمتين إلى طبقة الشبكة (network layer) فإنها تضيف header يمثل عناوين الشبكة المنطقية (A and B) إلى كل حزمة. عند انتقال الحزمتان إلى طبقة الربط (data link layer) يتم إضافة (H2) header والذي يتضمن العناوين المادية للأجهزة ويتم إضافة trailer الذي يستخدم في التحكم في الأخطاء ثم تنتقل الحزمتان إلى الطبقة المادية (physical layer) حيث يتم تحويل كل منهما إلى إشارات حسب نوع وسط الإرسال المستخدم. الحزم ربما تسلك مسارات

مختلفة عند انتقالها من الشبكة A إلى الشبكة B ويمكن أن تصل الحزم مرتبة أو غير مرتبه.

عندما تصل الحزم إلى طبقة الربط وطبقة الشبكة في المستقبل فإن كل منهما تحذف header الخاص بها بعد اختباره ثم يتم تمرير الحزمتان إلى طبقة النقل حيث يتم إعادة تجميعهم وترتيبهم ثم توصيلهم إلى الطبقات الأعلى (session layer). الشكل رقم 20 العمليات التي تتم على البيانات المرسلة من طبقة المحادثة بدء من طبقة النقل في المرسل وحتى انتقالها إلى طبقة المحادثة في المستقبل.



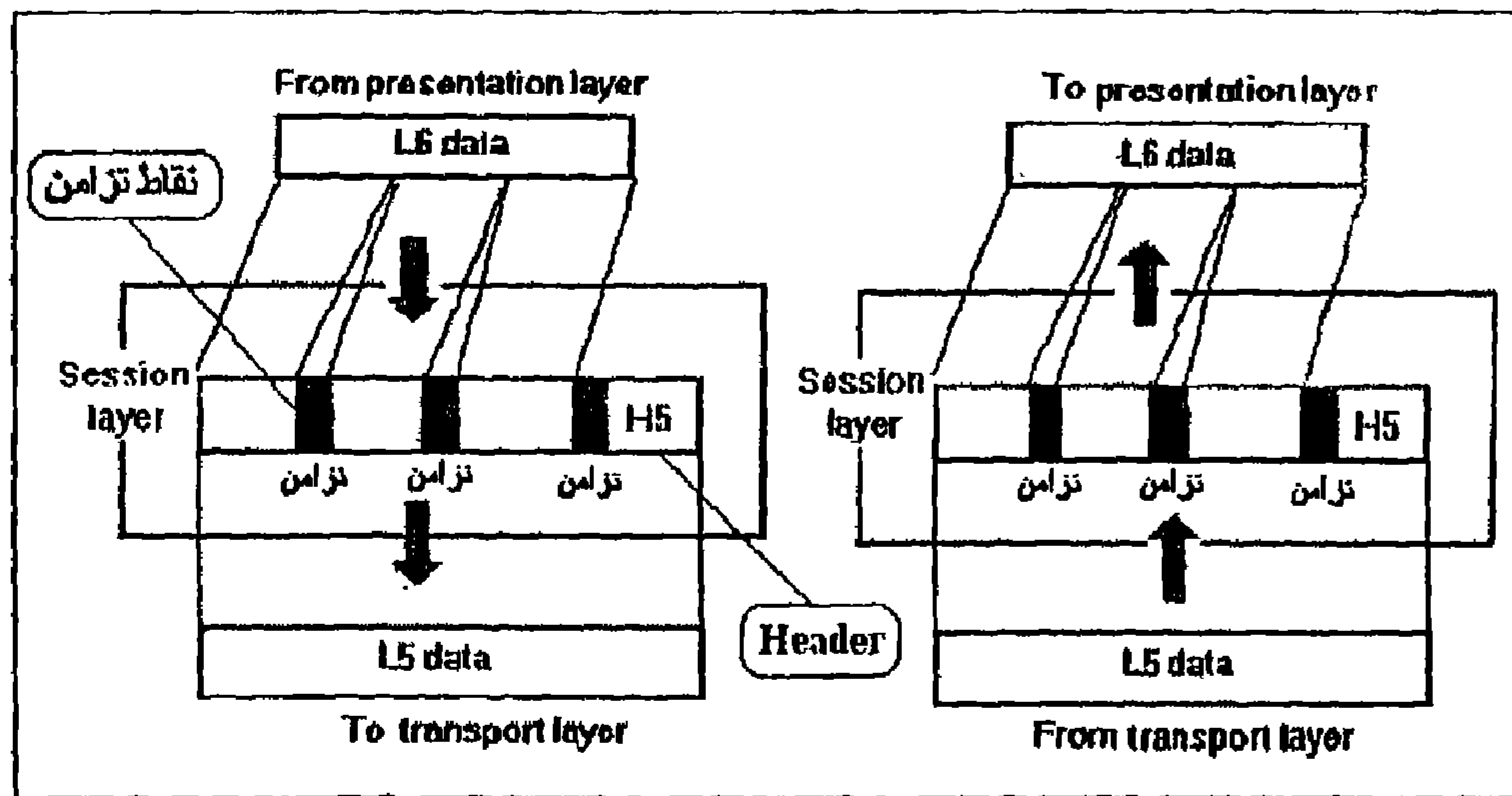
شكل 20 : العمليات التي تتم على البيانات المرسلة من طبقة المحادثة بدء من طبقة النقل في المرسل وحتى انتقالها إلى طبقة المحادثة في المستقبل.

7.4.5) طبقة المحادثة Session Layer

طبقة المحادثة (session layer) هي المتحكم في حوارات (dialog) الشبكة حيث أنها تسمح لتطبيقين (مستخدمين) في جهازين مختلفين بالمشاركة في وصلة تسمى محادثة (إنشاء حوار بينهما) من خلال تأسيس الاتصال بين الحاسبات وتقوم بمراقبة

هذا الاتصال وكمية البيانات المرسلة . أحيانا تقوم هذه الطبقة بالتحقق من كلمات المرور عند إنشاء الاتصال بالإضافة إلى أنها تضيف نقاط مرجعية (synchronization points) إلى البيانات وذلك لكي يتم إرسال البيانات من النقطة التي توقف عندها الإرسال عندما تعود الشبكة إلى العمل.

بصورة عامة تختص هذه الطبقة بإنشاء وإدارة وإنهاء sessions . الشكل رقم 21 يوضح الارتباط بين طبقة المحادثة (session layer) وكلا من طبقة التقديم (presentation layer) وطبقة النقل (transport layer)



شكل 21: الارتباط بين طبقة المحادثة (session layer) وكلا من طبقة التقديم (presentation layer) وطبقة النقل (transport layer)

مهام طبقة المحادثة (Session layer)

تختص طبقة المحادثة بالمهام التالية

1) التحكم في الحوارات Dialog control

تسمح طبقة المحادثة لنظامين (two systems) في الدخول في حوار (dialog) حيث أنها تسمح باتصال تطبيقان (two process) أما half-duplex أو full-duplex . فعلى سبيل المثال الحوار (dialog) بين النهاية الطرفية (terminal)

والحاسبات الكبيرة (mainframe) تكون half duplex. وبصورة أخري فان طبقة المحادثة تحدد من الذي سيرسل في كل لحظة أثناء عملية الاتصال (keeping track of whose turn it is to transmit)

2) النقاط المرجعية Synchronization

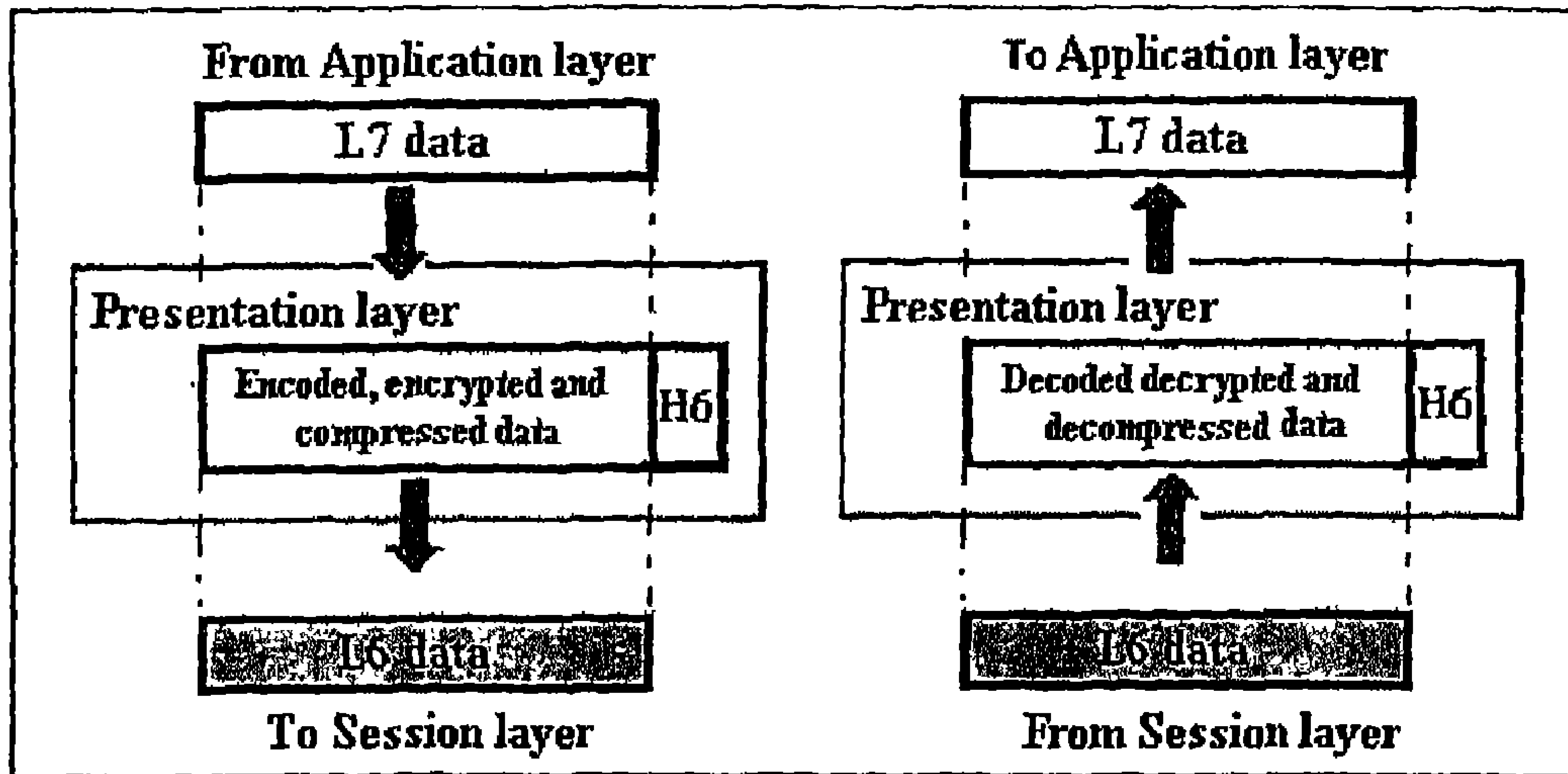
طبقة المحادثة تسمح بإضافة نقاط اختبار (checkpoint) أو ما يسمى (synchronization points) إلى سيل البيانات المراد إرسالها. فعلى سبيل المثال إذا أرسل نظام ملف يحتوي على 2000 صفحة فانه من المستحب إضافة checkpoint بعد كل 100 صفحة وذلك للتأكد من أن كل مجموعة مكونه من 100 صفحة تم استقبالها والموافقة عليها بصورة منفصلة عن باقي صفحات الملف. وبهذه الطريقة إذا حدث خطأ أو أثناء إرسال الصفحة 323 فسيتم إعادة إرسال الصفحات بدء من الصفحة 301 وليس هناك حاجة لإرسال الصفحات من 1 إلى 300 مرة أخرى

7.4.6) طبقة التقديم Presentation Layer

بعكس معظم الطبقات الأخرى والتي تعتني بعملية نقل bits فأن طبقة التقديم (presentation layer) تتعامل مع اللغويات (الترجمة) وتشكيل المعلومات المرسلة (syntax and semantics) .

تقوم طبقة التقديم (presentation layer) بترجمة البيانات من طبقة المحادثة (Session layer) إلى طبقة التطبيقات (application layer) كما أنها تعمل على ضغط وفك وتشفير وفك تشفير المعلومات.

الشكل رقم 22 يوضح الارتباط بين طبقة التقديم (presentation layer) وكلا من طبقة المحادثة (session layer) وطبقة التطبيق (application layer)



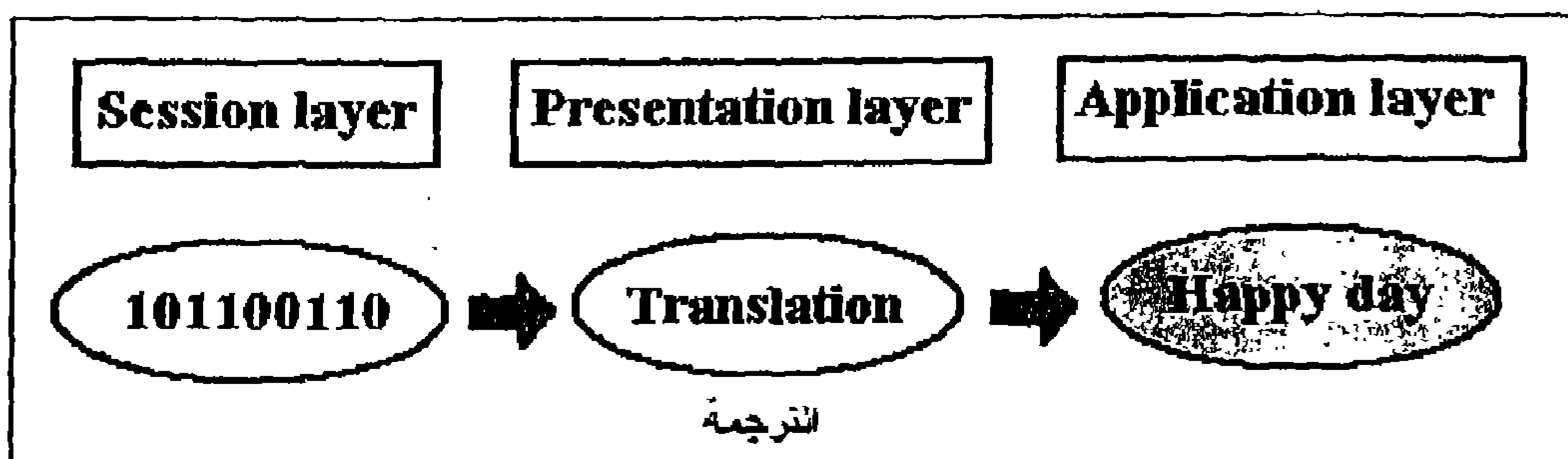
شكل 22: الارتباط بين طبقة التقديم (presentation layer) وكلا من طبقة المحادثة (session layer) وطبقة التطبيق (application layer)

مهام طبقة التقديم (Presentation layer)

تختص طبقة التقديم بالمهام التالية

1) الترجمة Translation

يتم تبادل المعلومات بين المعالجات (processes-running computers) في نظامين في شكل سلاسل حروف وأرقام. هذه المعلومات يجب أن تحول إلى سيل من bits قبل إرسالها. وحيث أنه يمكن أن تتعامل الحاسبات مع تقنيات مختلفة للتشفير فأن طبقة التقديم تكون مسئوله عن قابلية التوليف interoperability بين هذه التقنيات. طبقة التقديم عند جهاز الإرسال تقوم بتغيير المعلومات من الشكل الخاص بالمرسل (sender-dependent format) إلى شكل عام (common format) وتقوم طبقة التقديم في المستقبل بتغيير الشكل العام (common format) إلى الشكل الخاص بالمستقبل (receiver-dependent format).



2) التشفير وفك التشفير Encryption and decryption

لإرسال معلومات حساسة أو هامة فأن الأنظمة يجب أن تقوم بعمل خصوصية معينة في هذه المعلومات. التشفير (encryption) تعني أن المرسل يحول المعلومات الأصلية إلى شكل جديد (رسالة مشفرة) ثم يقوم بإرسال الرسالة المشفرة خلال الشبكات.

فك التشفير (decryption) هو عملية عكسية لعملية التشفير حيث يتم تحويل الرسالة المشفرة إلى المعلومات الأصلية.

3) الضغط وفك الضغط Compression and decompression

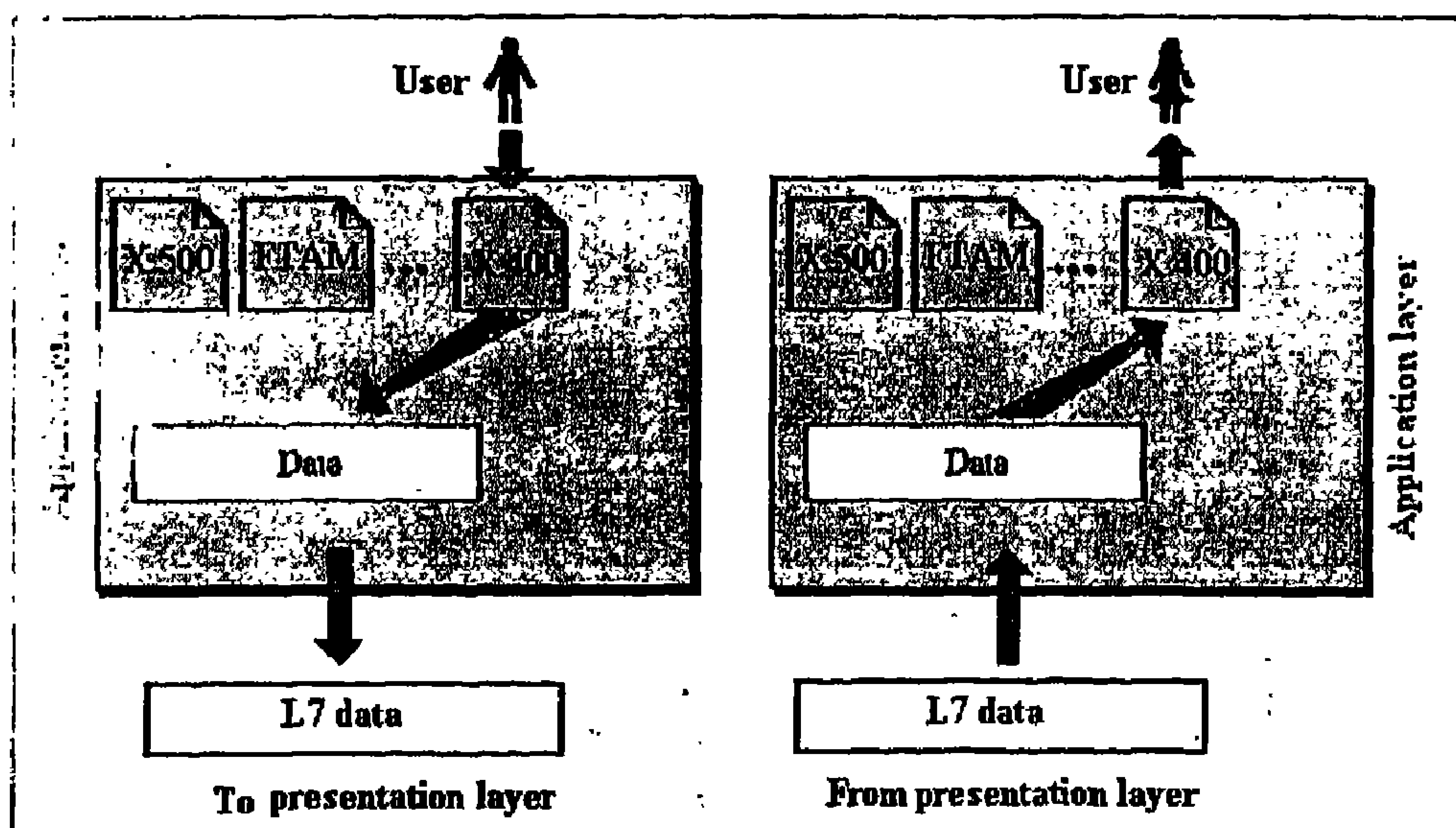
ضغط البيانات تتم في جهاز الارسال برض تقليل عدد bits المرسلة. عملية ضغط البيانات تكون هامة جدا في حالة التعامل مع الوسائط المتعددة (إرسال صوت وصورة ونصوص كتابية)

فك الضغط تتم في جهاز الاستقبال بغرض الحصول على البيانات في صورتها الحقيقية

7.4.7) طبقة التطبيقات Application Layer

طبقة التطبيقات (Application layer) تمكن المستخدم ((أشخاص أو برامج) من الدخول إلى مصادر الشبكة (access to network resources) كما أنها تستخدم لدعم خدمات الشبكة مثل البريد الالكتروني (electronic mail) و نقل الملفات (file transfer) و المشاركة في إدارة قواعد البيانات وأنواع أخري من خدمات المعلومات الموزعة. الشكل رقم 23 يوضح الارتباط بين طبقة التطبيق

(application layer) وكلا من user (أشخاص أو برامج) وطبقة التقديم (presentation)



شكل 23: الارتباط بين طبقة التطبيق (application layer) وكلا من المستخدم (user) (أشخاص أو برامج) وطبقة التقديم (presentation)

من بين تطبيقات الشبكة المتعددة يوضح شكل 23 ثلاث تطبيقات فقط: X.400 خدمات التعامل من الرسائل (Message handling services) و X.500 خدمات الدليل (directory services) و خدمات نقل الملفات وإدارة والدخول على الملفات (file transfer, access and management). المستخدم في هذا المثال يستخدم X.400 لإرسال رسالة بريدية (e-mail) مع ملاحظة عدم إضافة header أو trailer عند طبقة التطبيق. طبقة التطبيقات تحتوي على أنواع مختلفة من البروتوكولات الشائعة الطلب بواسطة المستخدمين

مهام طبقة التطبيق (Application layer)

تختص طبقة التطبيق بالمهام التالية:

1) نقل وإدارة والدخول على الملفات

File transfer, access, and management (FTAM)

هذا التطبيق يمكن المستخدم من الدخول على الملفات (file access) الموجودة في remote computer لأجراء قراءة أو تغيير أو استرجاع الملفات (file retrieving) من remote computer وكذلك إدارة أو التحكم في ملفات remote computer

2) خدمات البريد **Mail Services**

هذا التطبيق خاص بإرسال الرسائل الالكترونية وتخزينها

3) خدمات الدليل **Directory Services**

هذا التطبيق خاص بمصادر قواعد البيانات الموزعة والدخول على مواقع المعلومات

وبصورة عامة فان طبقة التطبيق توفر خدمات الشبكة للمستخدمين مثل نقل الملفات ونقل الرسائل والبريد الالكتروني وخدمات الطباعة وخدمة الدخول إلى قواعد البيانات وشبكات الأخبار وخدمات الدليل وكذلك الدخول على قواعد البيانات وإدارتها بالإضافة إلى تأمين الربط بين تطبيقات المستخدم وخدمات الشبكة كما إنها تمثل واجهة الاتصال مع المستخدمين وتتحكم في الاتصال بين تطبيقات الحاسب المختلفة

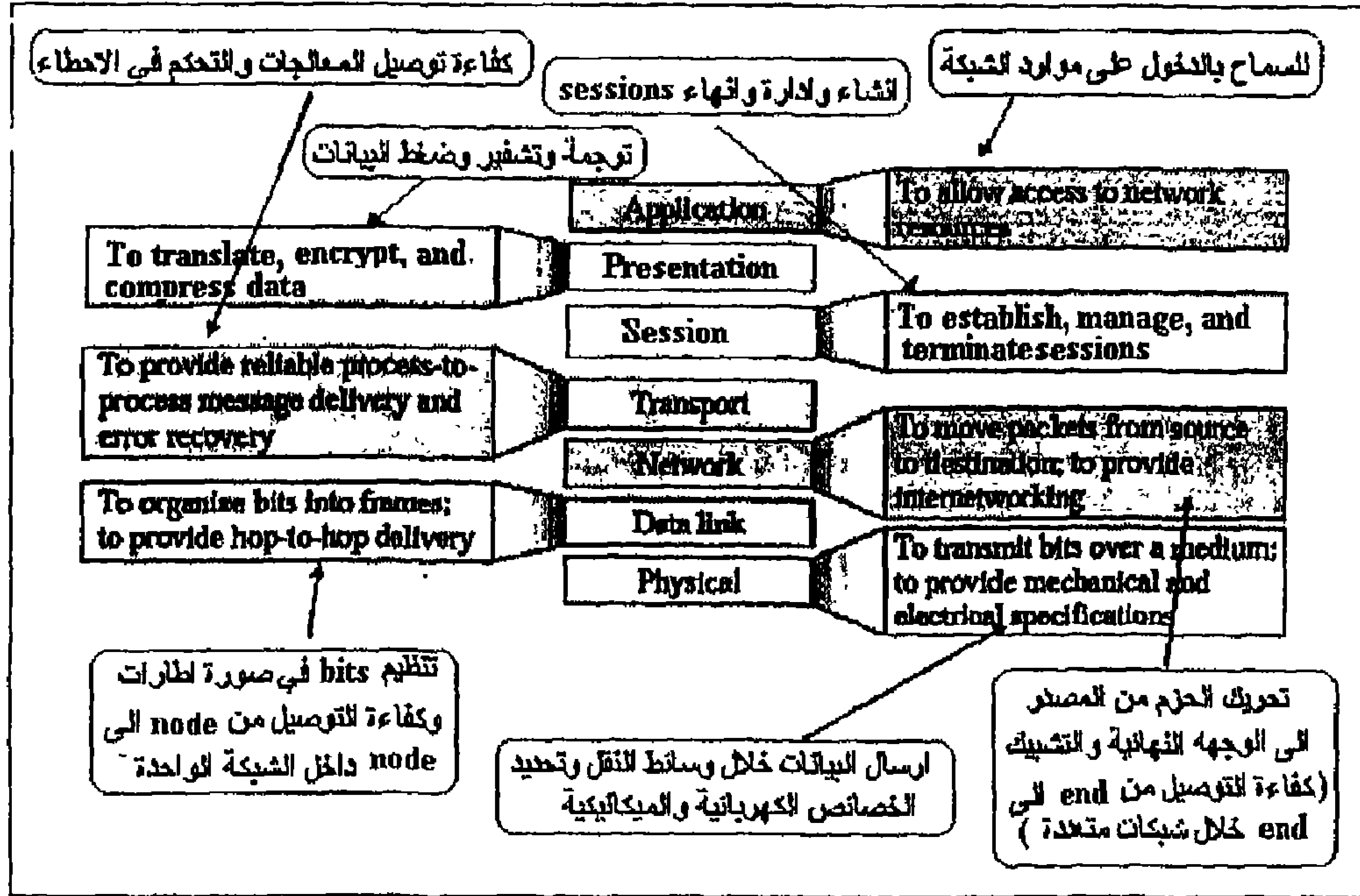
ملخص أنشطة ومهام طبقات نموذج التبادل المفتوح Summary of duties

الشكل رقم 24 يوضح ملخصا للأنشطة والمهام التي تتم على البيانات خلال طبقات OSI

TCP/IP Protocol Suite (7.5

(Transmission Control protocol / Internetworking Protocol)

درسنا فيما سبق OSI model وعلمنا أنه نموذج قياسي لتقسيم الوظائف الخاصة بعملية الاتصالات. لعدة سنوات مضت كانت معظم الأبحاث في اتجاه تطوير OSI model من خلال تطوير البروتوكولات والوظائف عند كل طبقة وفي عام 1990 تم إنشاء TCP/IP كبناء تجاري. من أهم مزايا TCP/IP مقارنة OSI model أن الانترنت تم إنشاؤه على أساس TCP/IP suite وبالتالي فأن النمو المذهل في تطبيقات الانترنت وبخاصة في World-Wide Web (WWW) قوى من غلبة TCP/IP على OSI. في الجزء التالي سيتم دراسة TCP/IP suite وهو النموذج المستخدم تجاريا وبخاصة في الإنترنت وتطبيقاته



شكل 24:ملخص للأنشطة والمهام التي تتم على البيانات خلال طبقات OSI

TCP/IP يتكون من خمس طبقات

1) Application layer
2) Host-to-host, or transport layer
3) Internet layer
4) Network access layer
5) Physical layer

1) الطبقة المادية Physical layer

تعتبر Physical layer هي السطح البيني بين أجهزة الاتصال (حاسبات) ووسط الإرسال (Transmission medium) وتختص هذه الطبقة بتحديد خصائص وسط الإرسال (Transmission medium) وطبيعة الإشارات (Signaling) المرسلة ومعدل سريان البيانات (data rate) وعمليات التشفير

2) طبقة الدخول على الشبكة Network Access Layer

تختص هذه الطبقة بتبادل البيانات بين end system والشبكة الملحقة به الداخلية (subnetwork). جهاز الإرسال (Sending device) يجب أن يزود الشبكة بعنوان جهاز الوجهة النهائية (destination device) وذلك لتمكين الشبكة من تسيير (routing) البيانات حتى الوجهة النهائية المقصودة. بصفة عامة تختص هذه الطبقة بإذن الدخول (access to) على الشبكة وأيضا بتسيير (routing) البيانات خلال بين (two ends) المتصلين بنفس الشبكة

3) طبقة الانترنت Internet layer

تختص هذه الطبقة بتسيير (routing) للبيانات بين (two ends) المتصلين بعدة شبكات من خلال وجود routers . يستخدم (IP) Internet protocol عند هذه الطبقة للمساعدة في عملية التسيير (routing) خلال الشبكات المتعددة . هذا البروتوكول ينفذ (implemented) ليس فقط في end systems ولكن أيضا في Routers

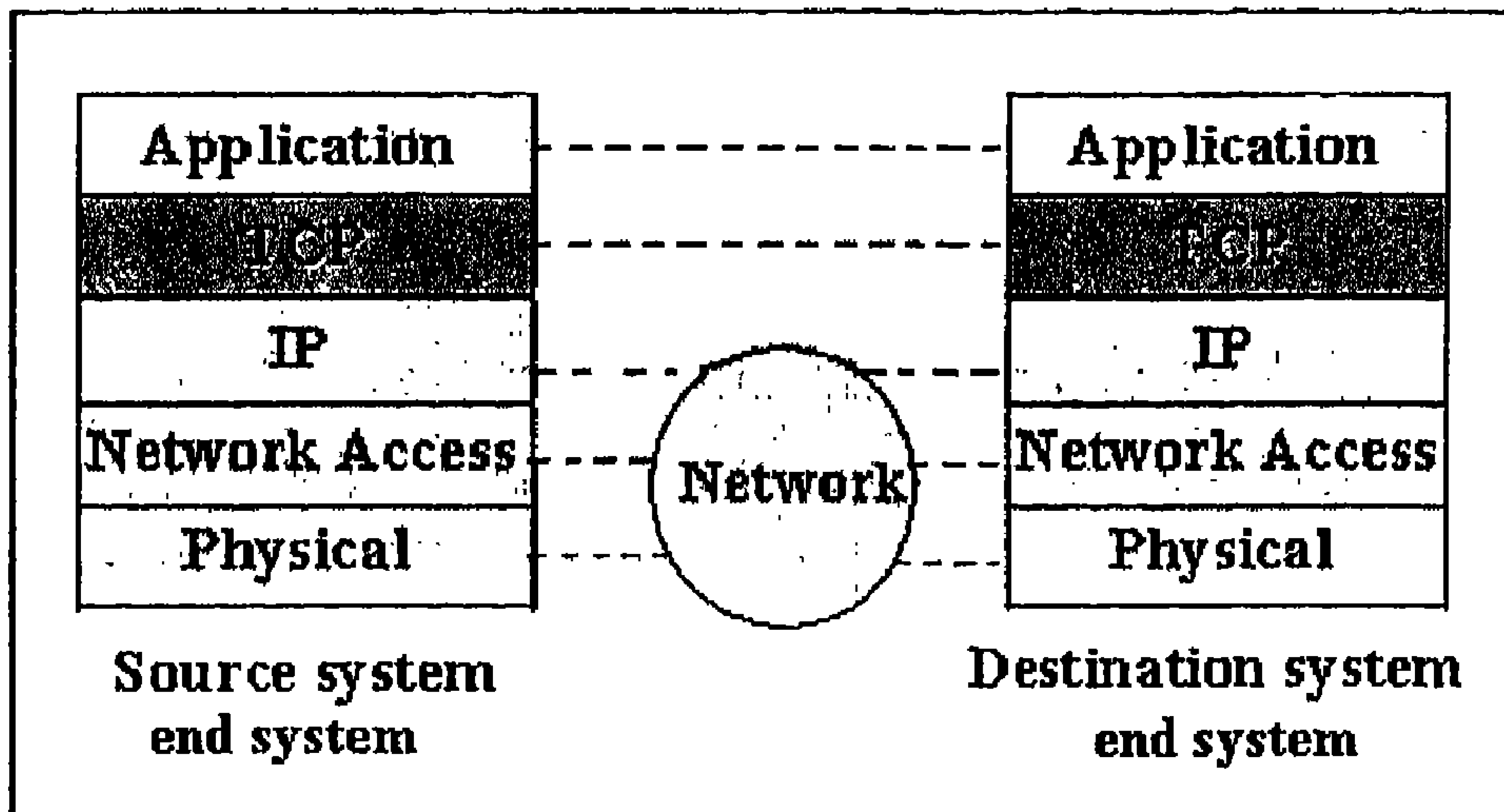
4) طبقة النقل Host-to-Host layer (Transport layer)

تهتم هذه الطبقة بسلامة وصول البيانات إلى الوجهة النهائية وأيضا وصول البيانات بترتيب سليم من خلال وجود ميكانيزم مخصص لذلك أي أنها تختص بخدمات سلامة نقل البيانات بين طرفي البداية والنهاية (provides reliable end-to-end data

transfer). لا تهتم هذه الطبقة بتفاصيل المعلومات عن الشبكات الآتية من Application layer . يستخدم (TCP) Transmission Control protocol عند هذه الطبقة لتحقيق الوظائف السابقة

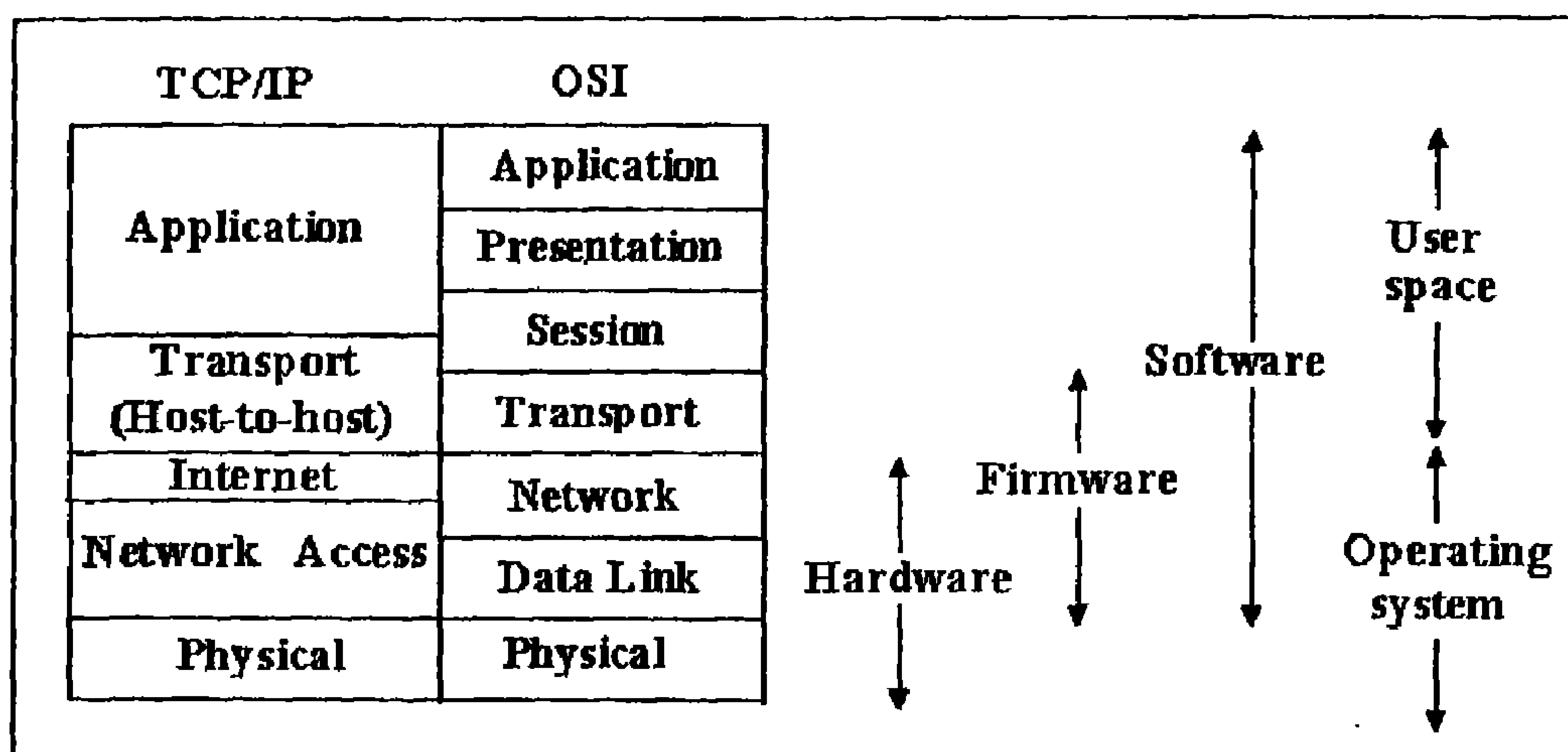
5) طبقة التطبيق Application Layer

تستخدم هذه الطبقة لدعم التطبيقات الخاصة بالمستخدم. الشكل رقم 25 يوضح كيفية تنفيذ TCP/IP protocols في end systems . Physical and network layers تختص بالربط والتفاعل (interaction) بين end system والشبكة بينما طبقتي transport and application تدعم التفاعل (interaction) بين two end systems لاحتوائهما على بروتوكولات end-to-end protocols. Internet layer تتمتع بالخاصيتين السابقتين .حيث انه عند هذه الطبقة the end system يسير المعلومات إلى الشبكة وأيضا يختص ببعض الوظائف بين two end systems



شكل 25 : كيفية تنفيذ TCP/IP protocols في end systems

الشكل رقم 26 يوضح طبقات TCP/IP and OSI architecture و الوظائف المشتركة بالإضافة إلى وسيلة تنفيذ وظائف الطبقات المختلفة



شكل 26: طبقات TCP/IP and OSI architecture والوظائف المشتركة بالإضافة إلى وسيلة تنفيذ وظائف الطبقات المختلفة

عملية الاتصالات تكون غالبا بين عدة شبكات متصلة بواسطة routers or gateways.

تستخدم Network access protocol مثل token ring في ربط الحاسب بالشبكة الفرعية المتصلة به . هذا البروتوكول يمكن host من إرسال data خلال الشبكة الفرعية إلى host آخر أو إلى router إذا كان host في شبكة فرعية أخرى. IP ينفذ في كل من end systems و routers ويعمل كبدال (relay) لتحريك block of data من one host إلى host آخر (خلال router واحد أو أكثر)

TCP ينفذ فقط في end users فهو يهتم بوصول block of data إلى التطبيق المخصص في الوجهة النهائية بدقة تامة. TCP يسمى أحيانا host-to-host protocol

لكي تكون عملية الاتصال جيدة يجب أن يكون لكل entity (application) في أي نظام (system) عنوان وحيد داخل هذا النظام (global inside the system only)

كما ذكرنا من قبل يوجد مستويان للعنونة (addressing)

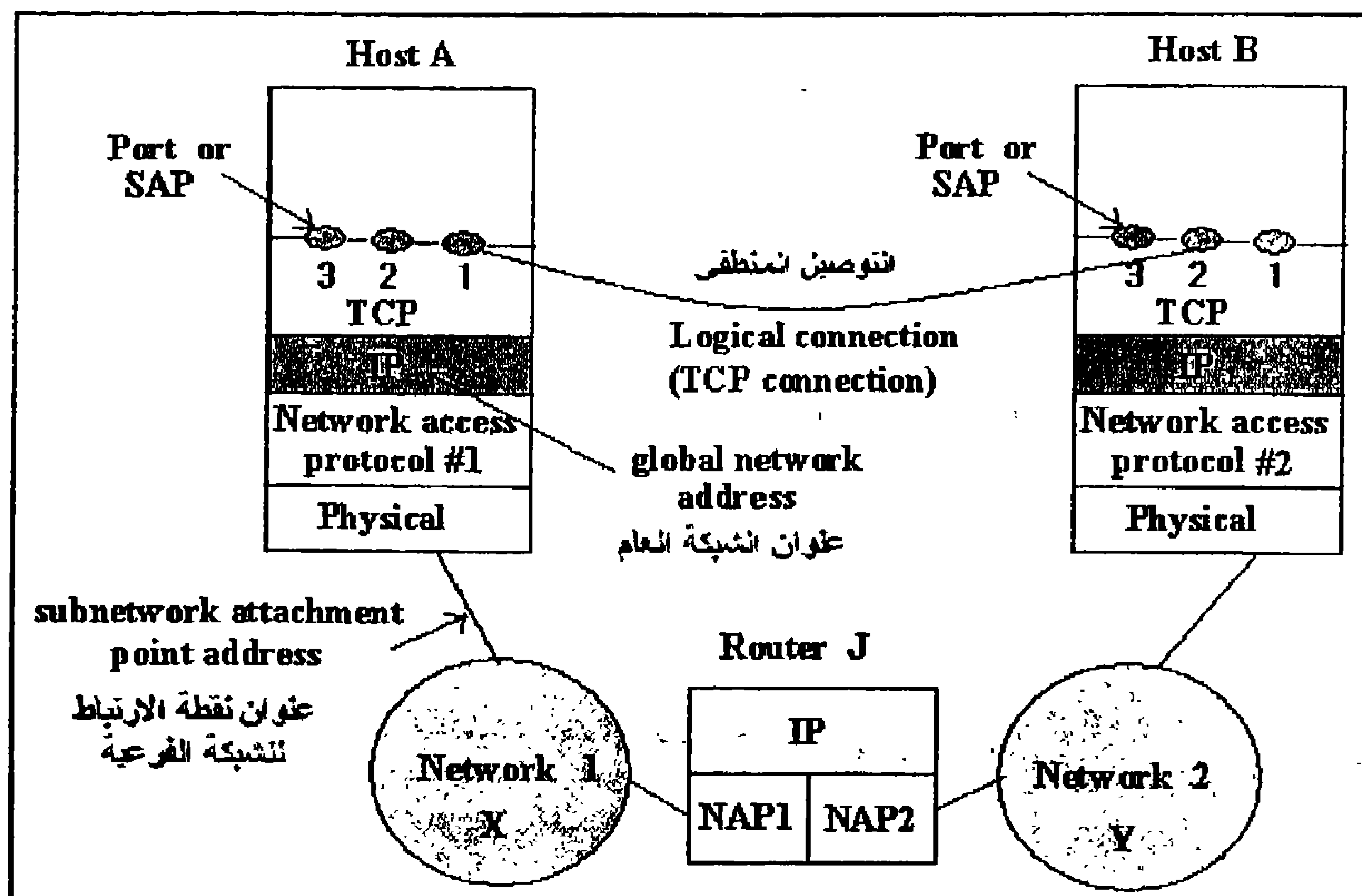
1) كل host على subnetwork يجب أن يكون له عنوان عام وحيد (unique global internet address) والذي يسمح للبيانات من الانتقال خلال الشبكة أو الشبكات حتى يصل إلى host المطلوب (proper host)
2) كل process داخل host يجب أن يكون له عنوان وحيد خلال host والذي يسمح TCP (host-to-host protocol) من توصيل البيانات إلى process المطلوب (proper process)

7.6) تشغيل بروتوكول OPERATION OF TCP/IP :TCP/IP

الشكل 26 يوضح كيفية تشكيل بروتوكولات TCP/IP لعملية الاتصالات.

الخطوات التالية توضح عمل TCP/IP

1) بفرض أن process المصاحب للـ port 1 في host (A) يرغب في إرسال رسالة إلى process آخر مصاحب للـ port 2 في host (B)
2) Process عند A يناول (hand) الرسالة لأسفل إلى TCP بتعليمات لإرسالها إلى host (B) و Port 2
3) TCP يناول (hand) الرسالة لأسفل إلى IP بتعليمات لإرسالها إلى Host B. مع ملاحظة أن IP لا يحتاج لأخباره عن (destination port) port 2 وكل ما يحتاجه هو معرفة أن البيانات سترسل إلى host B (أي أنه يكون معني فقط host B)
4) IP يناول الرسالة لأسفل إلى network access layer (Ethernet logic) بتعليمات لإرسالها إلى Router X (أول وثبه hop في الطريق إلى host B)



شكل 26: تشكيل بروتوكولات TCP/IP لعملية الاتصالات.

للتحكم في العملية السابقة يجب أن يكون هناك معلومات تحكم (headers) تضاف إلى البيانات المراد إرسالها (user data).

لنفترض أن sending process تقوم بتوليد block of user data وتمررها إلى TCP. TCP غالبا ما تقوم بتقطيع هذا block من user data إلى قطع صغيرة (PDU) لتكون أسهل في المعالجة والحفظ والإرسال. في كل قطعة يقوم TCP بإلحاق control information تسمى TCP header وبالتالي يتم تشكيل TCP segment من (PDU + TCP header). حيث أن TCP header يستخدم بواسطة TCP protocol في entity (process) المناظر عند Host B

البنود الموجودة في TCP header هي :

1) مرفأ الوجهة النهائية Destination port

عندما يستلم TCP entity عند host B الشريحة المرسلة (segment) يجب أن يعرف لمن سيتم توصيل هذه الشريحة

2) ترقيم القطع المتوالي **Sequence number**

TCP تقوم بترقيم segments حتى يتم استلامها بصورة مرتبة عند Host B

3) الاختبار الجمعي **Checksum**

TCP header يحتوي على code يستخدم في تحديد الأخطاء

بعد ذلك يناول TCP كل segments إلى IP بتعليمات لأرساها إلى host B.

هذه segments يتم إرسالها إلى Host B خلال شبكة فرعية (subnetwork) واحدة أو أكثر وتمر على router واحد أو أكثر وبالتالي لأجراء هذه العملية يتطلب وجود معلومات تحكم ولهذا فان IP يلحق IP header كمعلومات تحكم لكل segment وبذلك يتم تشكيل ما يسمى IP datagram . مثال لأحد العناصر المخزنة في IP header هو عنوان destination host (B في المثال السابق)

في النهاية كل IP datagram تعرض على network access layer لإرسالها إلى عبر أول شبكة فرعية. Network access layer تقوم بإلحاق header خاص بها وبذلك يتم تكوين ما يسمى Packet أو frame. هذا Packet يتم إرساله إلى router (J) من خلال الشبكة الفرعية (X)

header Packet يحتوي على المعلومات التي تحتاجها الشبكة الفرعية (subnetwork) لنقل البيانات خلالها.

أمثلة للبنود الموجودة في Packet header هي:

1) عناوين الشبكة الفرعية للوجهة النهائية

Destination subnetwork address

Subnetwork يجب أن تعرف لأي جهاز متصل بهذه الشبكة سيتم إرسال هذا packet

2) التسهيلات المطلوبة Facilities requests

Network access protocol ربما يطلب استخدام تسهيلات محددة للشبكة مثل priority

عند Router يتم إزالة packet header ويتم اختبار IP header. على أساس destination-address information الموجودة في IP header فان IP module في router يوجه datagram خارج الشبكة الفرعية (Y) إلى host B ولفعل ذلك فان datagram يزود لها مرة أخرى ب network access header .

عندما يستقبل B البيانات فانه تتم عملية عكسية لما سبق. حيث أنه عند كل طبقة يزال Header المناظر والجزء الباقي سينتقل إلى الطبقة الأعلى حتى يتم وصول original user data إلى destination process

7.7) ملحوظات عامة على TCP/IP and OSI architectures

1) خلال application layer يكون لدينا user data

2) الطبقة التي تلي application layer تقوم بتقسيم user data إلى مجموعة من blocks (PDUs-Protocol data unit)

3) كل طبقة تالية تعتبر المعلومات الآتية من الطبقة السابقة (header + PDU) على أنها وحدة واحدة أو أنها PDU وتضيف إليها header الخاص بها

4) تقسم جميع الوظائف (Functions) الخاصة بالاتصالات إلى مجموعات من الوظائف ذات العلاقة ويتم اعتبار وجود مجموعة من layers وكل layer تقوم بمجموعة مرتبطة من هذه الوظائف

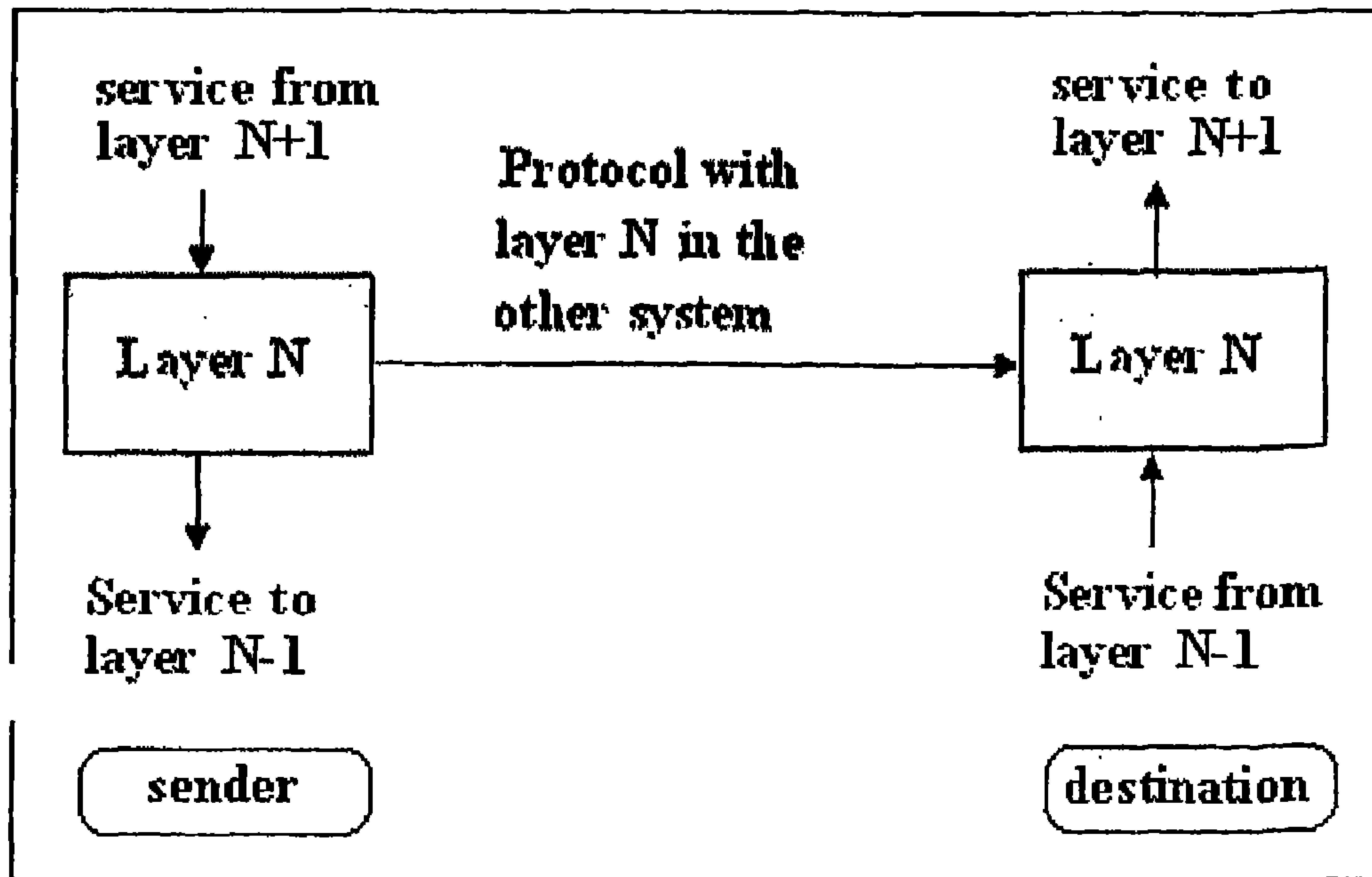
5) Header الذي يتم إضافته بواسطة بعض الطبقات يكون له علاقة بالطبقة المناظرة (peer-to-peer layer) في جهاز الاستقبال

6) تتعامل الطبقات (presentation, session, transport, and network) مع block (data +header) عدا الطبقة data link التي تتعامل مع frames يحتوى على (header + trailer + data)

7) كل طبقة يمكن أن تقسم data unit الآتية من الطبقة السابقة لها وذلك للتكيف من متطلبات البروتوكولات الموجودة في هذه الطبقة. مع العلم أن data unit يعاد تجميعها في الطبقة المناظرة لها في جهاز الاستقبال وذلك قبل التعامل معها

8) البروتوكولات المصاحبة للطبقات تكون معنية بالطبقة المناظرة لها في جهاز الاستقبال

الشكل رقم 27 يوضح peer-to-peer خلال الطبقات المتجاورة داخل الجهاز الواحد و peer-to-peer بين الطبقات المتناظرة خلال source and destination



شكل 27 : peer-to-peer خلال الطبقات المتجاورة داخل الجهاز الواحد
و peer-to-peer بين الطبقات المتناظرة خلال source and destination

9) يوجد في كل طبقة ثلاثة معايير

a) مواصفات البروتوكول (protocol specifications) ويشتمل على:
تشكيل PDU والذي يعرف syntax و مدلول كل قسم داخل PDU والذي يعرف semantic

b) تحديد الخدمات والوظائف للطبقة التالية (service definition)

c) العنونة (addressing)

7.8) وصف مبسط لبعض البروتوكولات

SOME PROTOCOLS BREIF DESCRIPTION

1) Simple Mail Transport Protocol (SMTP)

يزود بالتسهيلات الأساسية ل electronic mail. يزود بمكانيزم خاص بنقل الرسائل بين separate hosts. مزايا SMTP أنه يشتمل على mailing list , return receipt, and forwarding. بمجرد تخليق الرسالة فان SMTP يقبل الرسالة ويستخدم TCP لإرسالها إلى SMTP module في another host. Target SMTP module يستخدم local electronic mail package لتخزين الرسالة القادمة في user's mailbox

2) File Transfer Protocol (FTP)

يستخدم في إرسال الملفات من system إلى system آخر طبقاً لأوامر المستخدم. عندما يطلب المستخدم نقل ملفات فان FTP ينشأ TCP connection إلى target system من أجل تبادل control message وهذا يسمح بإرسال user ID, and password

ويسمح للمستخدم من تحديد الملف والعمليات المطلوبة له. بمجرد التصديق على file transfer فانه يتم إنشاء second TCP connection لنقل الملفات

3) TELENT

تزود بإمكانية remote log-on حيث أنها تمكن المستخدم على terminal or personal computer (PC) من عمل log-on إلى remote computer

EXERCISES

1) ضع علامة √ أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الغير صحيحة مع تعديل العبارات الغير صحيحة

- ISO هو نموذج لفهم و تصميم الشبكات وليس بروتوكولا
- OSI هو المنظمة العالمية للقياسات
- OSI يصنف العمليات المختلفة المطلوبة في الشبكات إلى سبع طبقات وظائفها مترابطة. كل واحدة منهم تحتوي على عدة نشاطات أو عمليات للشبكة أو المعدات أو البروتوكولات المستخدمة لحركة المعلومات عبر الشبكة
- الواجهات بين كل طبقتين تستخدم لنقل المعلومات والبيانات بين الطبقات
- كل طبقة تحدد ما هي المعلومات والخدمات التي تقدمها الطبقة إلى التي تليها
- الطبقات الثلاث العليا تستخدم لدعم خدمات الشبكة
- الطبقات الثلاث السفلى تستخدم لدعم المستخدم
- يتم تنفيذ أنشطة الطبقات السفلى بواسطة البرامج
- الطبقات العليا تسمح بتبادل العمليات والتداخل بين نظم البرامج المنفصلة

- تتعامل الطبقات السفلى مع الجوانب الماديّة لتحريك البيانات من جهاز إلى جهاز آخر (مثل مواصفات كهربائية، التوصيلات المادية والعنونة المادية و تنظيم النقل و تحديد الصلاحية
- تنفذ أنشطة الطبقات العليا بواسطة اتحاد البرامج و المعدّات
- الطبقة الماديّة (Physical layer) تنفذ وظائفها من خلال المعدات (hardware)
- طبقة الربط Data link layer تهتم بكفاءة الاتصال بين المرسل والمستقبل (end-to-end reliability)
- طبقة النقل Data link layer تهتم بكفاءة الاتصال بين أجهزة الرابط الواحد (point-to-point reliability)
- عند إرسال البيانات عبر الشبكة فأنها تمر خلال السبع طبقات وكل طبقة تضيف Header قبل تمرير البيانات إلى الطبقة التالية

2) رتب العمليات التالية

- تبدأ العملية من الطبقة السابعة (application layer) التي ترتبط بالمستخدم ثم تنتقل إلى عمليات الطبقة التي أسفل منها ثم في النهاية إلى الطبقة المادية (Physical layer) التي ترتبط بوسط الإرسال
- تتحرك الرسالة لأعلى خلال طبقات OSI للمستقبل
- بعد وصول الإشارة إلى وجهتها تنتقل إلى الطبقة الأولى في طبقات الوجهة لتتحول إلى رسالة رقمية
- عند انتقال الرسالة إلى الطبقات المتتالية يتم استخلاص الرأس والذيل في نفس الطبقات المناظرة لطبقات الإرسال ويتم إجراء العمليات المناسبة في كل طبقة .
- في كل طبقة (عدا الطبقة الأولى والسابعة) يتم إضافة رأس للبيانات المرسلة
- في الطبقة الثانية يتم إضافة ذيل إلى البيانات

- تتحرك البيانات حتى تصل إلى الطبقة السابعة في صورة ملائمة لطبقة التطبيق وتكون في صورة ملائمة للمستلم
- تقوم الطبقة الأولى (Physical layer) بتحويل الرسالة الرقمية (groups of bits) إلى إشارة كهرومغناطيسية لتنتقل بالتالي إلى الوسط المادي (كابلات أو microwave)

3) حدد الطبقة التي تقوم بكل من الوظائف التالية

- تحدد خصائص الطبقة البينية (interface) بين الأجهزة ووسط الإرسال
- تحدد خصائص ونوع وسط الإرسال
- تحدد نوع التشفير الذي سيتم إجراؤه على bits
- تحدد سرعة إرسال البيانات (عدد bits في الثانية لواحدة)وتحدد أيضا المسافة بين bits
- تحدد كيفية تزامن نبضات الإرسال والاستقبال
- تتعلق بكيفية توصيل الأجهزة بالوسط (داخل الشبكة): هل هو:
- تحدد كيفية توصيل الأجهزة لتكوين الشبكة (ring, bus, mesh, star, tree or hybrid)
- تحدد اتجاه الإرسال بين الأجهزة (Simplex, half duplex and full-duplex)
- تقسم هذه الطبقة سيل bits الآتية من طبقة الشبكة (network layer) إلى وحدات صغري (إطارات - frames)
- مسئولة عن التوزيع بين المصدر والوجهة النهائية للحزم التي تنتقل عبر شبكات متعددة (مسارات متعددة)
- مسئولة عن التوزيع للحزم بين جهازين داخل نفس الشبكة.
- تقوم باختيار أفضل المسارات داخل الشبكة
- مسئولة عن تحديد سلامة المعلومات المنقولة خلال الشبكة الواحدة

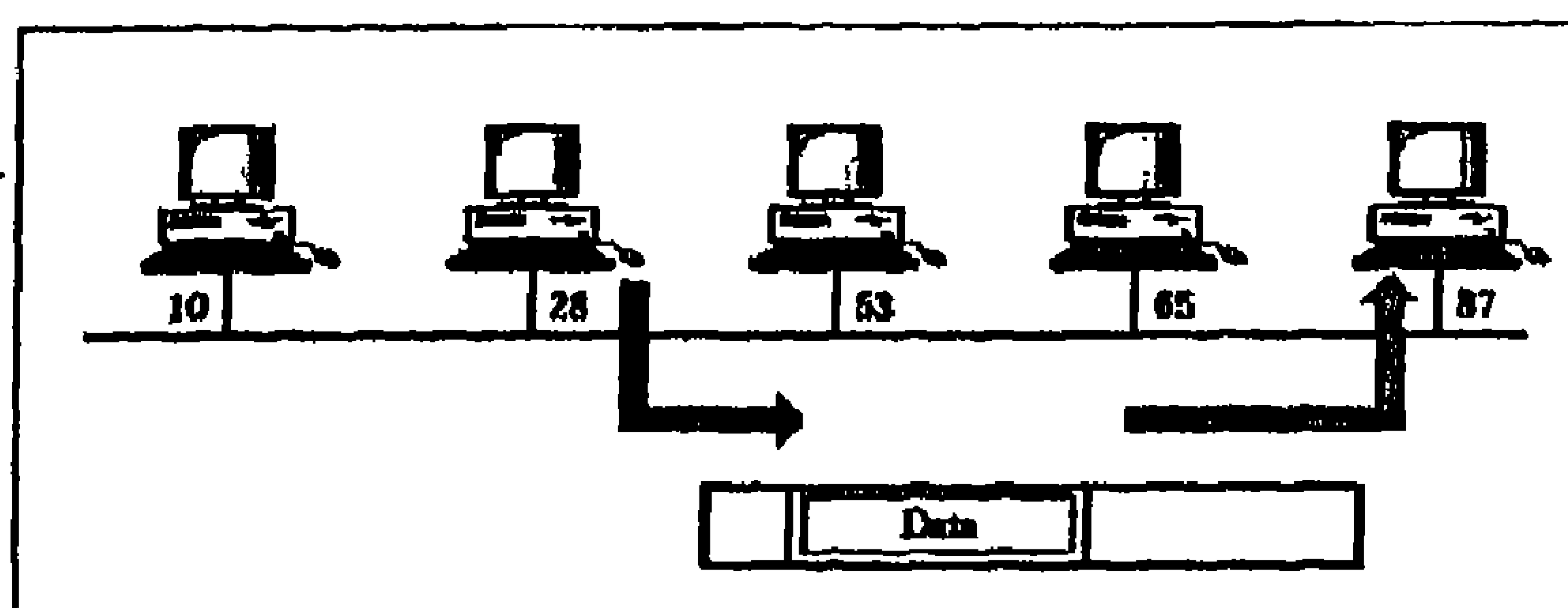
- مسئولة عن تسليم الرسالة من جهاز إلى جهاز node-to-node delivery
- تقوم بتنسيق الرزم المقدمة إلى الطبقة المادية physical layer والتحكم في تدفق البيانات وكذلك إعادة البيانات التي تعرضت للتلف
- تجعل الرسائل الآتية من الطبقة المادية (physical layer) خالية من الأخطاء قبل توصيلها إلى طبقة الشبكة (network layer) التي فوقها
- تقوم بتقسيم البيانات إلى أجزاء صغيرة Frames (إطارات) وتضيف إليها الرأس (Header) والذيل (trailer) والتي تحتوي على معلومات تحكم للتأكد من خلو Frames من الأخطاء
- تقوم بتوجيه الرسالة نحو العنوان الصحيح وذلك لوجود بروتوكول IP بها
- تقوم بإضافة رأس وذيل إلى كل إطار لتحديد العنوان المادي للمرسل وعنوان الوجهة (المستقبل)
- تضيف اعتمادية إلى الطبقة المادية بواسطة إضافة ميكانيزم لاكتشاف الأخطاء في التشكيلات وإعادة إرسال التشكيلات التي بها أخطاء أو المفقودة
- تقوم بتحويل الرسالة الرقمية (groups of bits) إلى إشارة كهرومغناطيسية لتنتقل بالتالي إلى الوسط المادي (كابلات أو microwave) وبعد وصولها إلى وجهتها تقوم هذه الطبقة بإعادة تحويل الإشارة مرة أخري إلى الرسالة الرقمية
- تنسق الوظائف المطلوبة لإرسال bits عبر الوسط المادي
- تحدد المواصفات الميكانيكية والكهربية الخاصة بكارت الشبكة (السطح البيني) وأوساط النقل (الكابلات)
- تحدد الخطوات والمهام التي تقوم بها الأجهزة المادية والأوساط البينية (interface) لتحقيق عملية الإرسال
- تحدد كيفية اتصال الكبل بكارت الشبكة
- تستخدم ميكانيزم لمنع تكرار التشكيلات

- مسئولة عن عنونه الرسائل وترجمة العناوين المنطقية إلى عناوين مادية تفهمها الشبكة
- تتأكد من أن كل حزمة تأتي من المصدر وتذهب إلى وجهتها النهائية
- تضيف عنوان محلى (Physical address) لتحديد كيفية السريان داخل الشبكة الواحدة
- تضيف عنوان منطقي (logical addresses) لتحديد كيفية السريان خارج الشبكة للتمييز المصدر والوجهة النهائية
- مسئولة عن تسليم البيانات بشكل سليم خالي من الأخطاء داخل الشبكة الواحدة
- تعمل على التأكد من أن المعلومات قد وصلت إلى المستقبل بدون أخطاء أو ضياع مع سلامة الترتيب
- تراقب توزيع الحزم وتتعامل مع كل حزمة بصورة مستقلة وكأنها رسائل مختلفة
- تتأكد من أن كل الحزم وصلت بصورة سليمة ومرتبة مع مراقبة كل من التحكم في الأخطاء والسريان من المصدر إلى الوجهة
- تسمح لتطبيقين (مستخدمين) في جهازين مختلفين بالمشاركة في وصلة تسمى محادثة (إنشاء تخاطب بينهما)
- تأسس الاتصال بين الحاسبات وتقوم بمراقبة هذا الاتصال وكمية البيانات المرسلة
- تضيف رأس إلى الحزمة الآتية من الطبقة الأعلى تحتوي على العناوين المنطقية للمصدر والوجهة النهائية
- أحد أغراضها تنظيم السريان بواسطة استخدام (router and gateway)
- تهتم بكفاءة النقل من المصدر إلى الوجهه النهائية Source-to-destination delivery

- تهتم بكفاءة النقل بين جهازين على رابط واحد داخل الشبكة node-to-node delivery
- تهتم بكفاءة النقل بين عمليتين (two process) داخل جهازين process-to-process delivery
- تفصل بين الطبقات الموجهة للمستخدم (الطبقات العليا) والطبقات الموجهة للشبكة (الطبقات السفلى)
- أحيانا تقوم بالتحقق من كلمات المرور عند إنشاء الاتصال
- تتحكم في محادثات الشبكة
- تؤسس وتحافظ وتزامن التفاعل بين أنظمة الاتصال
- تعمل نقاط اختبار على طول الإرسال للعودة إليها مرة أخري بعد حدوث أي سقوط أو انهيار
- تعمل على ترجمة وتشفير وضغط البيانات
- تحتوي على أنواع مختلفة من البروتوكولات الشائعة الطلب بواسطة المستخدمين
- تؤمن الربط بين تطبيقات المستعمل وخدمات الشبكة
- تمثل واجهة الاتصال مع المستخدمين وتتحكم بالاتصال بين تطبيقات الحاسب
- توفر خدمات الشبكة للتطبيقات مثل نقل الملفات وخدمات الطباعة وخدمة الدخول إلى قواعد البيانات
- هي الطبقة التي تزود برامج الشبكة مثل قواعد البيانات والبريد الإلكتروني بإمكانية الوصول إلى الشبكة وهي الطبقة التي تتواصل مع Directory Services و Directory Active.
- عملها الأساسي ينحصر في التأكد من أن المعلومات المرسلة في الشبكة تستخدم نفس ترميز الأبجدية وتقوم أيضا بتشفير البيانات وضغطها.

- عمل هذه الطبقة يشبه عمل السكرتير إذا طلب منه المدير أن يقوم بالاتصال بأحد الأشخاص فإن وجده حول له الخط... فهذه الطبقة تقوم بنفس العمل إذ تأسس الاتصال بين الحاسوبين وتقوم بمراقبة هذا الاتصال وكمية البيانات المرسلة وأحيانا تقوم بالتحقق من كلمات المرور عند إنشاء الاتصال.
- هي الطبقة التي تنقل البيانات وتكون مسئولة عن تسليمها بشكل سليم خالي من الأخطاء وتقوم بتقسيم المعلومات إلى أجزاء صغيرة، وهي أيضاً التي تقوم بالتجميع في الجهاز المستقبل وهي المسئولة عن إشعار الإرسال من الحاسوب المستقبل بأن الشحنة تم استلامها بدون أخطاء.
- تقوم هذه الطبقة باختيار أفضل الطرق التي يتوجه منها الإرسال وذلك حسب حركة المرور في الشبكةTraffic Load وتقوم أيضا بالتوجيه للعنوان الصحيح إذ يوجد في هذه الطبقة بروتوكول (IP).
- تقوم هذه الطبقة بتنسيق الرزم المقدمة لطبقة Physical والتحكم في التدفق الحاصل للبيانات وإعادة إرسال البيانات التي تتعرض للتلف.
- هي الطبقة المسئولة عن تحويل البيانات القادمة من الحاسوب على شكل متوازي إلى شكل تسلسلي تمهيدا لإرسالها خلال وسط الإرسال

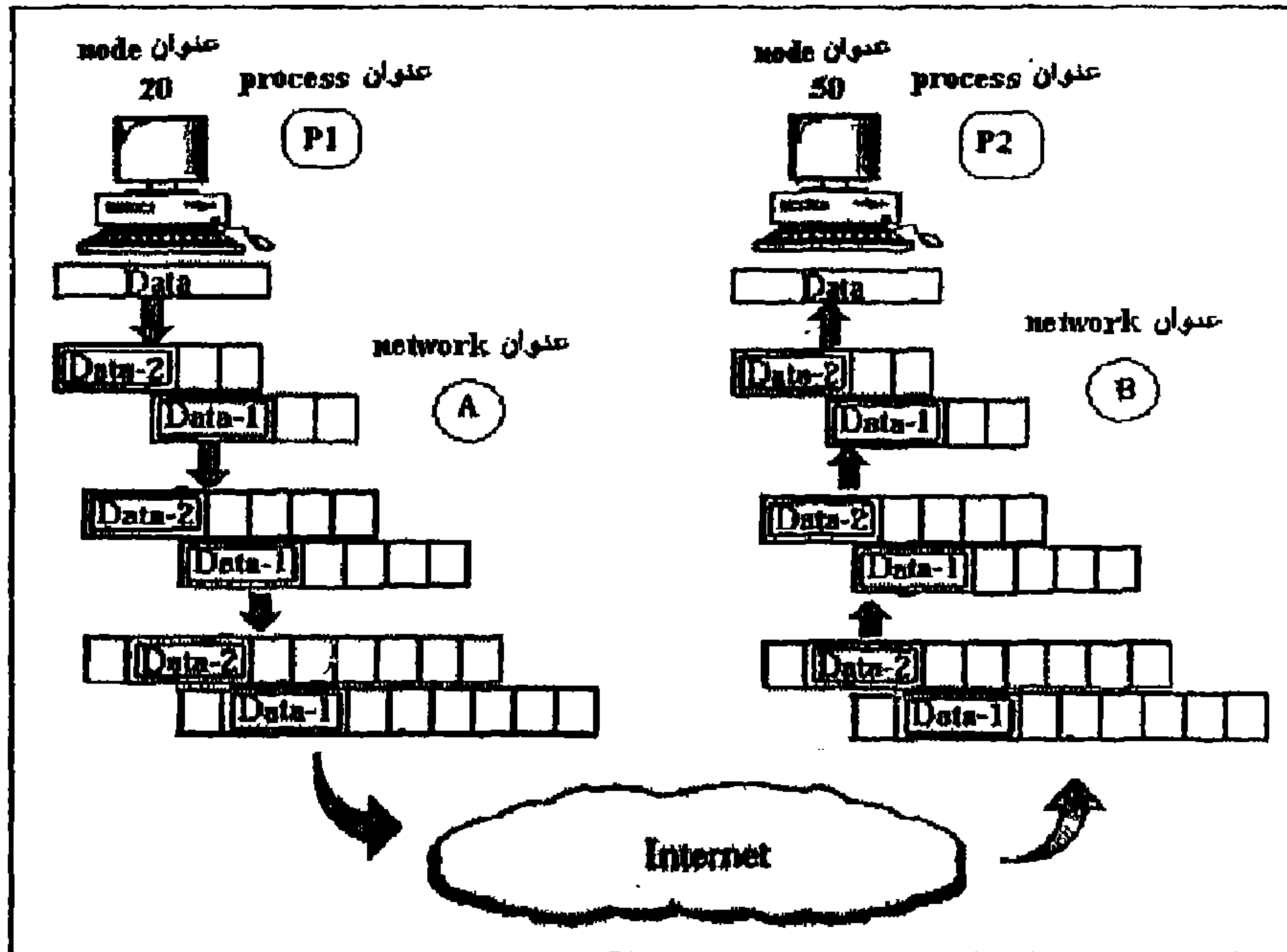
4) حدد العناوين المادية في الإطار التالي



5) حدد العناوين المنطقية والمادية للإطار أثناء انتقاله داخل الشبكات الموضحة في الشكل التالي

6) حدد أفضل مسار لإرسال معلومات من الجهاز الذي عنوانه المادي 99 في الشبكة A إلى الجهاز الذي عنوانه المادي 21 في الشبكة C. حدد العناوين المنطقية والمادية للإطارات أثناء سريانها داخل هذا المسار.

7) حدد العناوين المنطقية والمادية والعملية للإطارات التالية مع تحديد مسمى الطبقة مع كل أطار وكذلك عدد الشبكات



الفصل الثامن
تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء
ERROR DETECTION AND CORRECTION TECHNIQUES

8.1) مقدمة

عملية نقل الرسائل والمعلومات من جهاز إلى جهاز آخر يجب أن تكون خالية تماما من الأخطاء وبالتالي فان صحة المعلومات أو الرسائل تعني أنه لا يوجد أخطاء في المعلومات والرسائل المستقبلة عند الوجهة النهائية للإشارة. هذا يعني أن المعلومات والرسائل عند الوجهة النهائية مطابقة تماما للمعلومات والرسائل عند المصدر

المعلومات والرسائل يمكن أن يحدث لها إفساد خلال عملية الإرسال نتيجة عوامل عديدة منها الضوضاء (noise) والتشويه (distortion) والتداخل (interference)

لضمان فاعلية ودقة نظام الاتصال يجب اكتشاف الأخطاء في المعلومات والرسائل وإصلاحها من خلال تقنيات تسمى تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء (error detection and correction techniques). اكتشاف وإصلاح الأخطاء يتم خلال طبقتي الربط والنقل (data link and transport layers) وهما من طبقات نموذج OSI

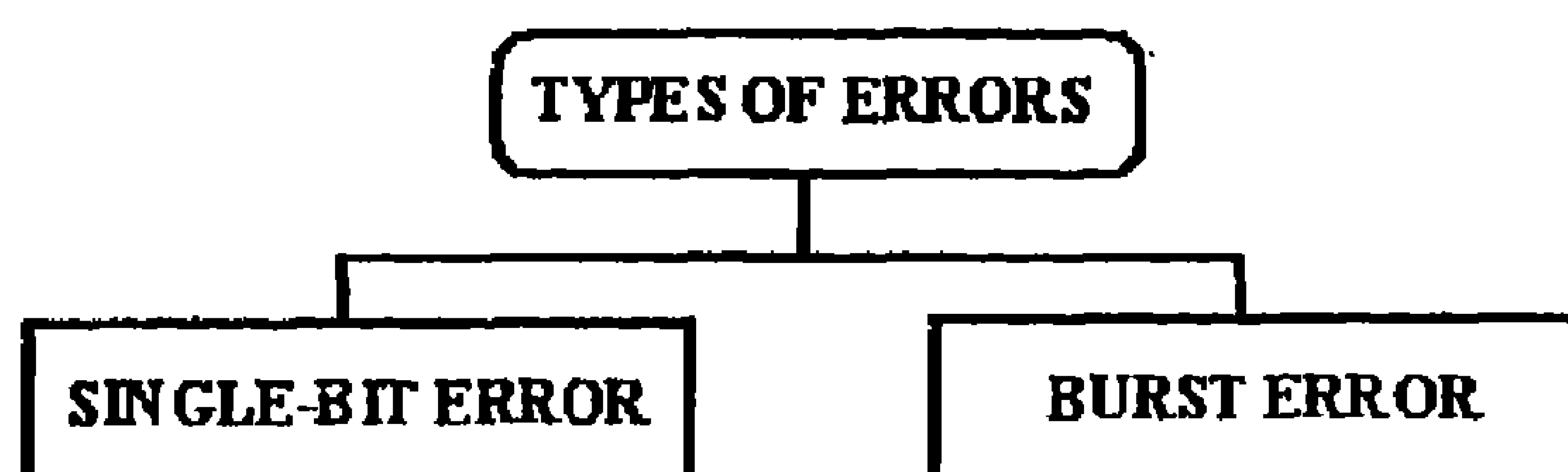
8.2) أنواع الأخطاء TYPES OF ERRORS

سنعتبر خلال هذا الفصل أن لدينا إشارات رقمية مشفرة (digital encoded signals).

هناك نوعان من الأخطاء:

a) خطأ في bit واحد (single-bit error): حيث أنه يتم تغير قيمة bit واحد فقط من 0 إلى 1 أو العكس

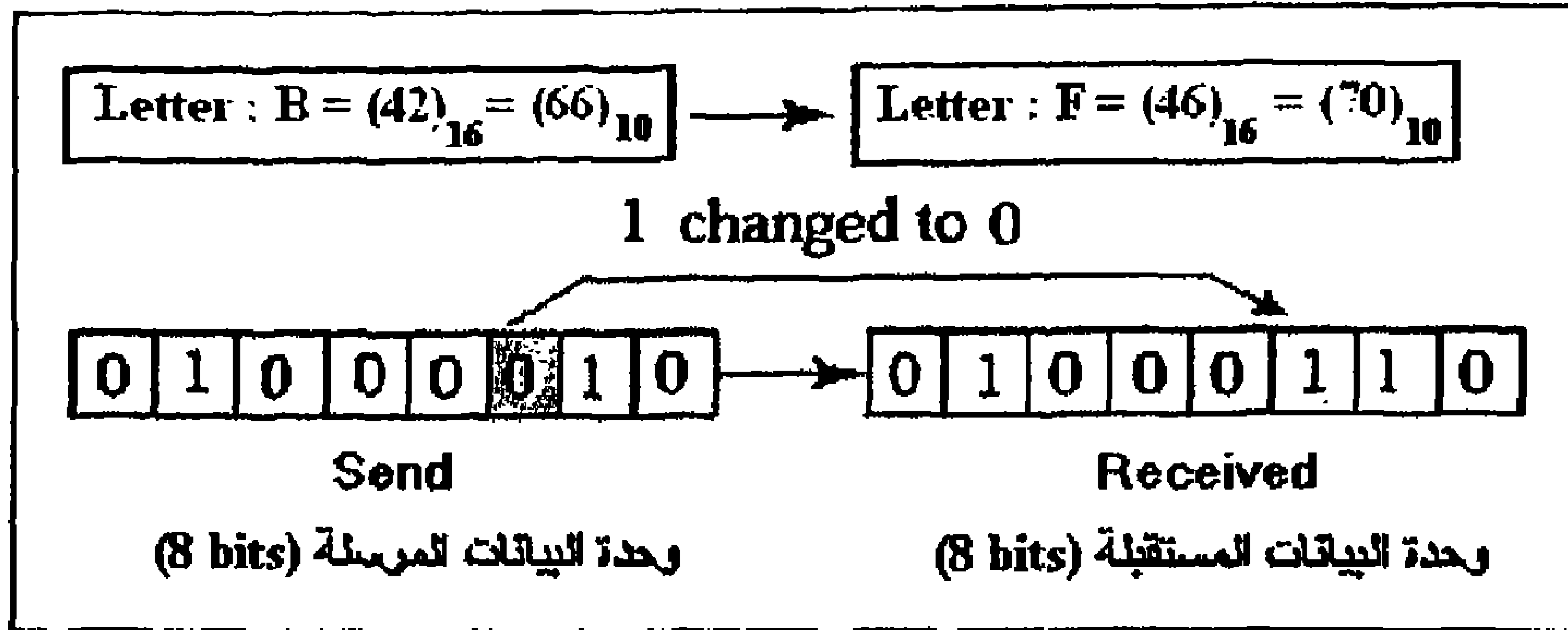
b) الخطأ المتدفق (Burst error): حيث أن 2 bits أو أكثر تتغير قيمهم من 0 إلى 1 أو العكس



8.2.1) الخطأ في بت واحد Single-Bit Error

الخطأ في bit واحد يعني أن bit واحد في وحدة البيانات (data unit) تغير من 1 إلى 0 أو العكس. وحدة البيانات يمكن أن تكون one byte (8-bits) أو حزمة (packet) من البتات. الشكل رقم 1 يوضح حدوث خطأ في bit واحد والذي أدى إلى تغير المعلومة المرسلة. في الشكل 1 تم إرسال حرف A $(65)_{10}$ (ASCII code) ونظرا لحدوث

خطأ في bit الثالث (من اليمين) فان المستقبل يعتبر أن الحرف الذي تم إرساله هو الحرف E (ASCII code $(69)_{10}$) بدلا من الحرف A

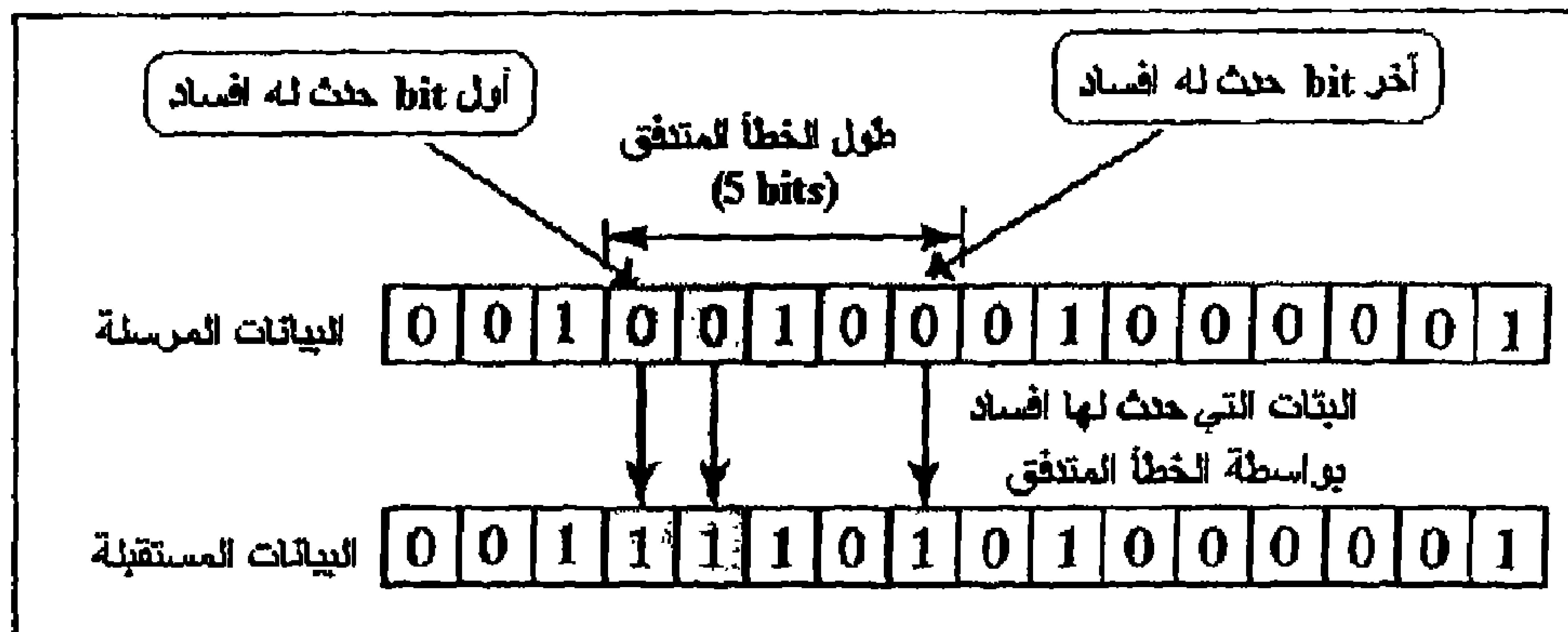


شكل 1 : حدوث خطأ في bit واحد فقط

نادرا ما يحث خطأ في bit واحد خلال الإرسال المتتالي (serial transmission) وذلك لأنه إذا كان لدينا على سبيل المثال إشارة رقمية مشفرة معدل تكرار bit لها (bit rate) هو 1 M bps فأن فترة bit الواحد (bit duration) سيكون 1 µ sec وهي فترة صغيرة جدا مقارنة بفترة الضوضاء. يحدث الخطأ في bit واحد في حالة الإرسال المتوازي(parallel transmission) . فعلى سبيل المثال بفرض أن لدينا 8 أسلاك لإرسال 8 bits على التوازي (دفعة واحدة) فيمكن أن نقول أنه حدث خطأ في bit واحد خلال سلك واحد

(8.2.2 الخطأ المتدفق Burst Error

الخطأ المتدفق يعني أن هناك أخطاء في أكثر من bit خلال وحدة البيانات المرسلة. أي أنه في حدث تغير في قيمة عدد 2 bits أو أكثر من 0 إلى 1 أو العكس. الشكل رقم 2 يوضح حدوث خطأ في أكثر من bit خلال وحدة البيانات المرسلة



شكل 2: حدوث خطأ في أكثر من bit واحد خلال وحدة البيانات المرسلة

طول الخطأ المتدفق burst length يقاس من أول bit حدث له إفساد إلى آخر bit حدث له إفساد. يحدث الخطأ المتدفق burst error في حالة الإرسال المتتالي بعكس single-bit error الذي لا يمكن أن يحدث في الإرسال المتتالي. فترة الضوضاء (noise duration) عادة ما تكون أطول من فترة bit واحد وهذا يعني أن أكثر من bit سيحدث لها إفساد

عدد البتات الذي يمكن أن يحدث لها إفساد بواسطة الضوضاء (noise) يعتمد على:

a) معدل إرسال البيانات (data rate) وبالتالي فترة bit الواحد (bit duration)

b) فترة الضوضاء (noise duration)

يمكن حساب عدد البتات التي يمكن أن تتأثر بواسطة الضوضاء من المعادلة التالية

$$Number\ of\ Corrupted\ bits = N_C = \frac{Noise\ duration}{Bit\ duration} = \frac{\delta_n}{\delta_b}$$

$$Bit\ \text{duration} = \delta_b = \frac{1}{Data\ \text{rate}} = \frac{1}{DR}$$

حيث أن N_C ... عدد البتات التي يمكن أن تتأثر بواسطة الضوضاء

δ_n ... فترة الضوضاء

δ_b ... فترة البت الواحد

DR ... معدل سريان البيانات

مثال1 :

لدينا إشارة رقمية مشفرة معدل إرسال البيانات (data rate) لها يساوي (DR= 1 M bps) . إذا كانت فترة الضوضاء (noise duration) تساوي (δ_n= 20 μ sec) . أحسب عدد البتات (N_C)التي ستتأثر بواسطة الضوضاء

الحل:

$$Bit\ \ duration = \delta_b = \frac{1}{Bit\ \ rate} = \frac{1}{DR} = \frac{1}{1\,x\,10^6} = 1\ \ \mu\sec$$

$$Number\ \ of\ \ Corrupted\ \ bits = N_C = \frac{Noise\ \ duration}{Bit\ \ duration} = \frac{\delta_n}{\delta_b} = \frac{20\mu\sec}{1\mu\sec} = 20\ \ bits$$

من المعادلات السابقة يتبين لنا أن عدد البتات (N_C) التي ستتأثر بالضوضاء هو 20 bits

مثال2 :

في المثال رقم 1 أحسب عدد البتات التي ستتأثر بواسطة الضوضاء(N_C) إذا زاد معدل إرسال البيانات إلى 10 Mbps مع ثبات فترة الضوضاء

الحل:

$$Bit\ \ duration = \delta_b = \frac{1}{Bit\ \ rate} = \frac{1}{DR} = \frac{1}{10x10^6} = 0.1\ \ \mu\sec$$

$$Number\ \ of\ \ Corrupted\ \ bits = N_C = \frac{Noise\ \ duration}{Bit\ \ duration} = \frac{\delta_n}{\delta_b} = \frac{20\mu\sec}{0.1\mu\sec} = 200\ \ bits$$

من المعادلات السابقة يتبين لنا أن عدد البتات (N_C) التي ستتأثر بالضوضاء هو 200 bits. مقارنة نتائج المثال رقم 2 بنتائج المثال 1 يتبين لنا أنه (مع ثبات فترة الضوضاء) إذا زاد معدل سريان البيانات زاد عدد البتات المعرضة للإفساد

مثال3 :

في المثال رقم 1 أحسب عدد البتات التي ستتأثر بواسطة الضوضاء إذا زادت فترة الضوضاء إلى 150 µ sec مع ثبات معدل سريان البيانات

الحل:

$$Number\ \ of\ \ Corrupted\ \ bits = N_C = \frac{Noise\ \ duration}{Bit\ \ duration} = \frac{\delta_n}{\delta_b} = \frac{150\mu\sec}{1\mu\sec} = 150\ \ bits$$

من المعادلات السابقة يتبين لنا أن عدد البتات (N_C) التي ستتأثر بالضوضاء هو 150 bits. مقارنة نتائج هذا المثال بنتائج المثال 1 يتبين لنا أنه (مع ثبات معدل سريان البيانات) إذا زادت فترة الضوضاء زاد عدد البتات المعرضة للإفساد

8.3) تقنيات اكتشاف الأخطاء

ERROR DETECTION TECHNIQUES

لكي يكون نظام الاتصال جيدا يجب أن يكون هناك تقنيات لاكتشاف الأخطاء الحادثة في الرسائل أو المعلومات المرسلة. في هذا الجزء سيتم شرح التقنيات المستخدمة في اكتشاف الخطاء

الإسهاب Redundancy

Redundancy تعني أننا نضيف مجموعة مناسبة من البتات تسمى بتات الإسهاب (redundancy bits) إلى نهاية كل وحدة بيانات مرسلة. هذا البتات الإضافية تستخدم لاكتشاف الأخطاء عند الوجهة النهائية للإشارة (destination)

ميكانيزم اكتشاف الأخطاء

1) توليد سيل البيانات المراد إرسالها (البيانات الأصلية)
2) هذا السيل من البتات الأصلية المرسلة تمر خلال جهاز يقوم بإجراء التالي

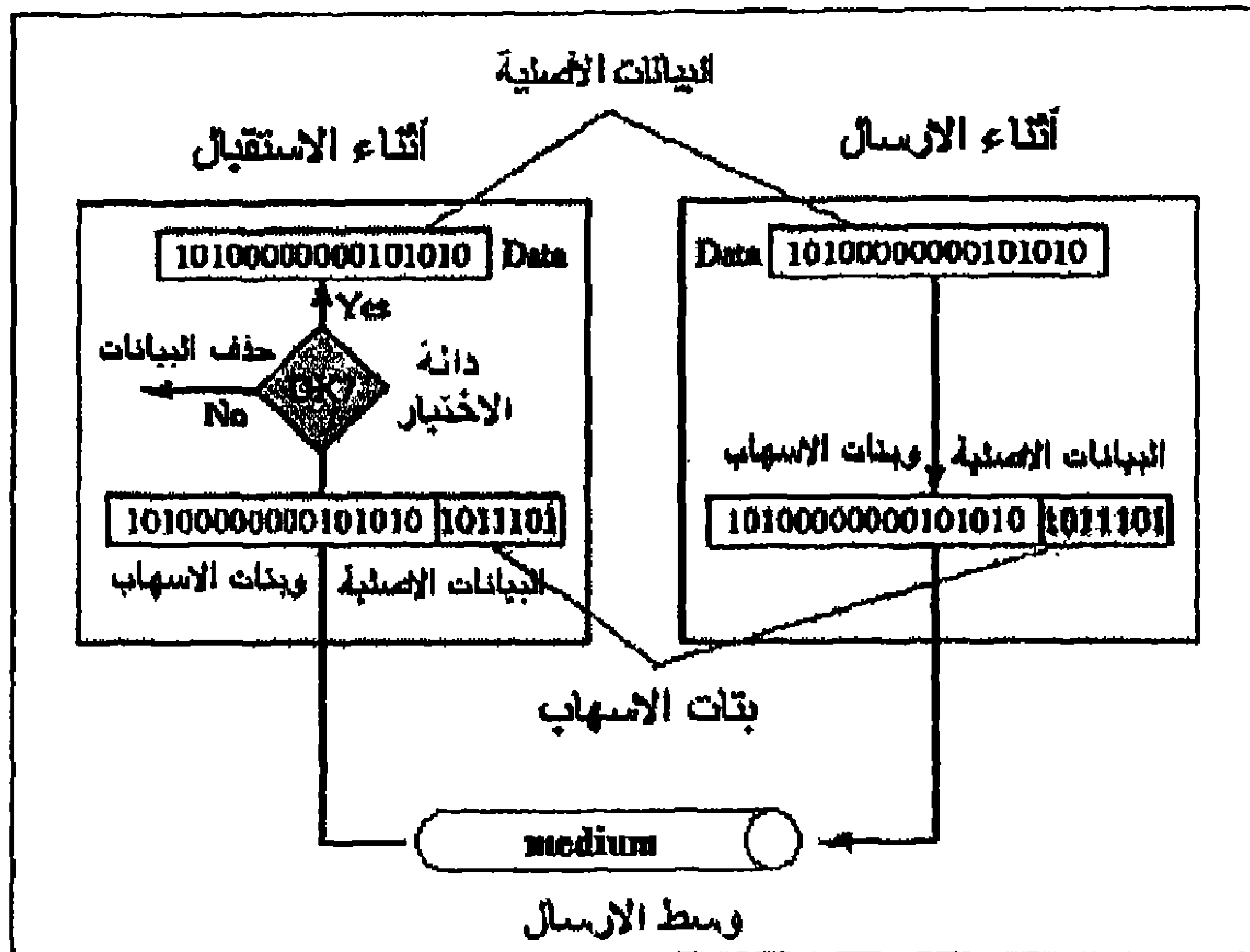
- o تحليل سيل البتات المراد إرسالها
- o بناء على نتيجة تحليل البات يتم إضافة مجموعة من بتات الإسهاب المناسبة (redundancy bits)

3) إرسال البيانات الجديدة (البيانات الأصلية مضافا إليها بتات الإسهاب)

4) جهاز الاستقبال سيضع سيل البيانات الجديد تحت الاختيار من خلال دالة لاختبار الأخطاء

5) إذا نجح سيل البتات الجديد في الاختبار بناء على معيار اختبار معين فان الإشارة تكون خالية من الأخطاء ويتم استخلاص البيانات الأصلية وحذف بتات الإسهاب . أما إذا رسبت في الاختبار فسيتم إلغاء البيانات المستقبلة بالكامل وإبلاغ جهاز الإرسال بإعادة إرسال البيانات مرة أخرى أو تعديل الأخطاء داخل المستقبل إذا أمكن ذلك

الشكل رقم 3 يوضح ميكانيزم اكتشاف الأخطاء

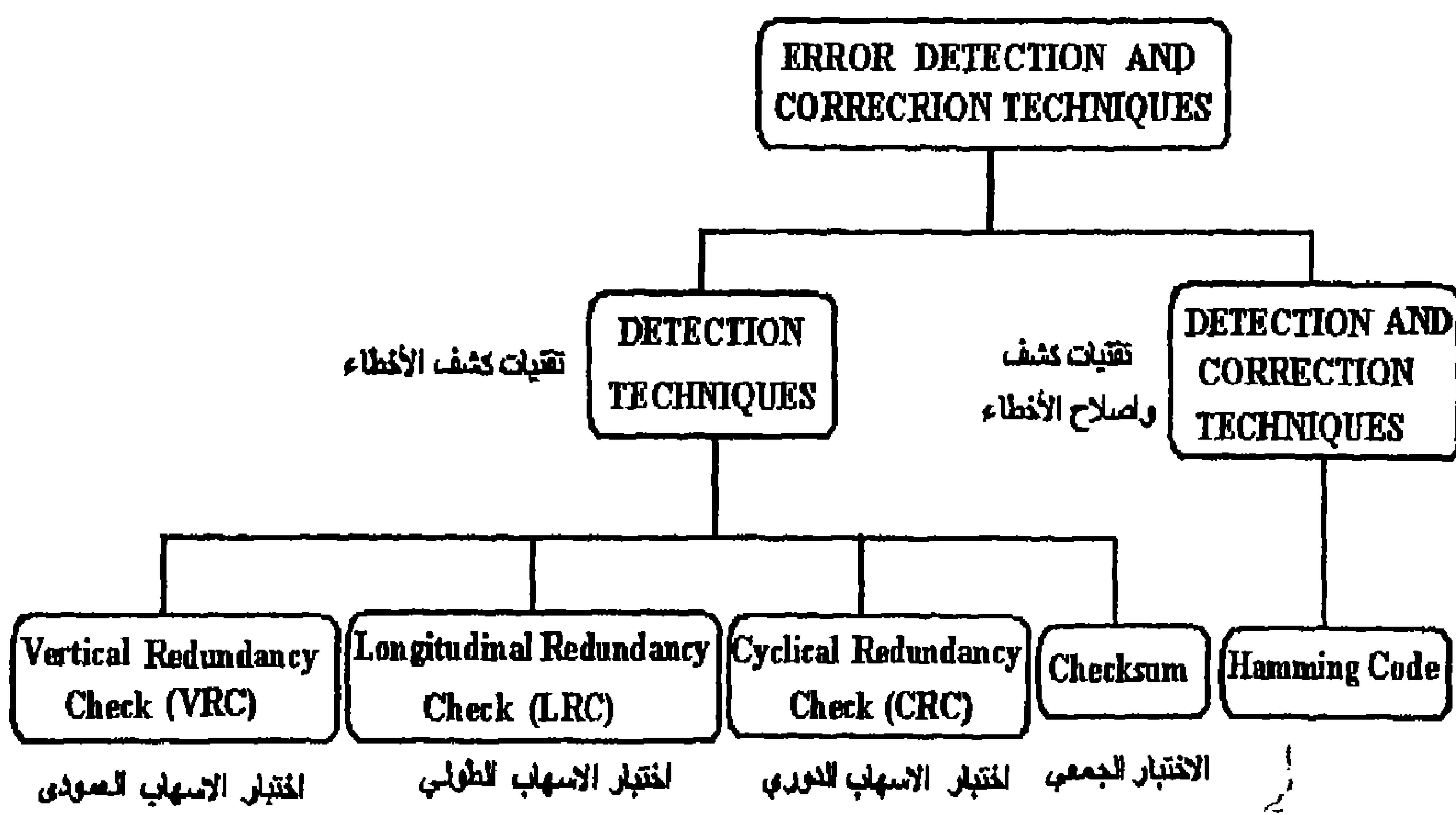


شكل 3 : ميكانيزم اكتشاف الأخطاء

يوجد خمس تقنيات من اختبار الإسهاب (redundancy check) تستخدم في أنظمة الاتصال لاكتشاف الأخطاء

1) اختبار الإسهاب العمودي (parity check or Vertical Redundancy Check-VRC)
2) اختبار الإسهاب الطولي (Longitudinal Redundancy Check-LRC)
3) اختبار الإسهاب الدوري (Cyclical Redundancy Check-CRC)
4) الاختبار الجمعي (Checksum)
5) Hamming code

التقنيات الأربعة الأولى تستخدم لاكتشاف الأخطاء فقط بينما تقوم التقنية الخامسة باكتشاف وإصلاح الأخطاء داخل المستقبل



في هذا الجزء سيتم شرح التقنيات المستخدمة في اكتشاف الأخطاء وفي الجزء التالي سيتم شرح تقنية Hamming code والتي تستخدم في اكتشاف وإصلاح الأخطاء

8.3.1) اختبار الإسهاب العمودي Vertical Redundancy check (VRC)

تسمى هذه الطريقة بطريقة اختبار التماثل (parity check). وتعتبر هذه الطريقة هي أقل التقنيات تكلفة في اكتشاف الأخطاء

الطريقة:

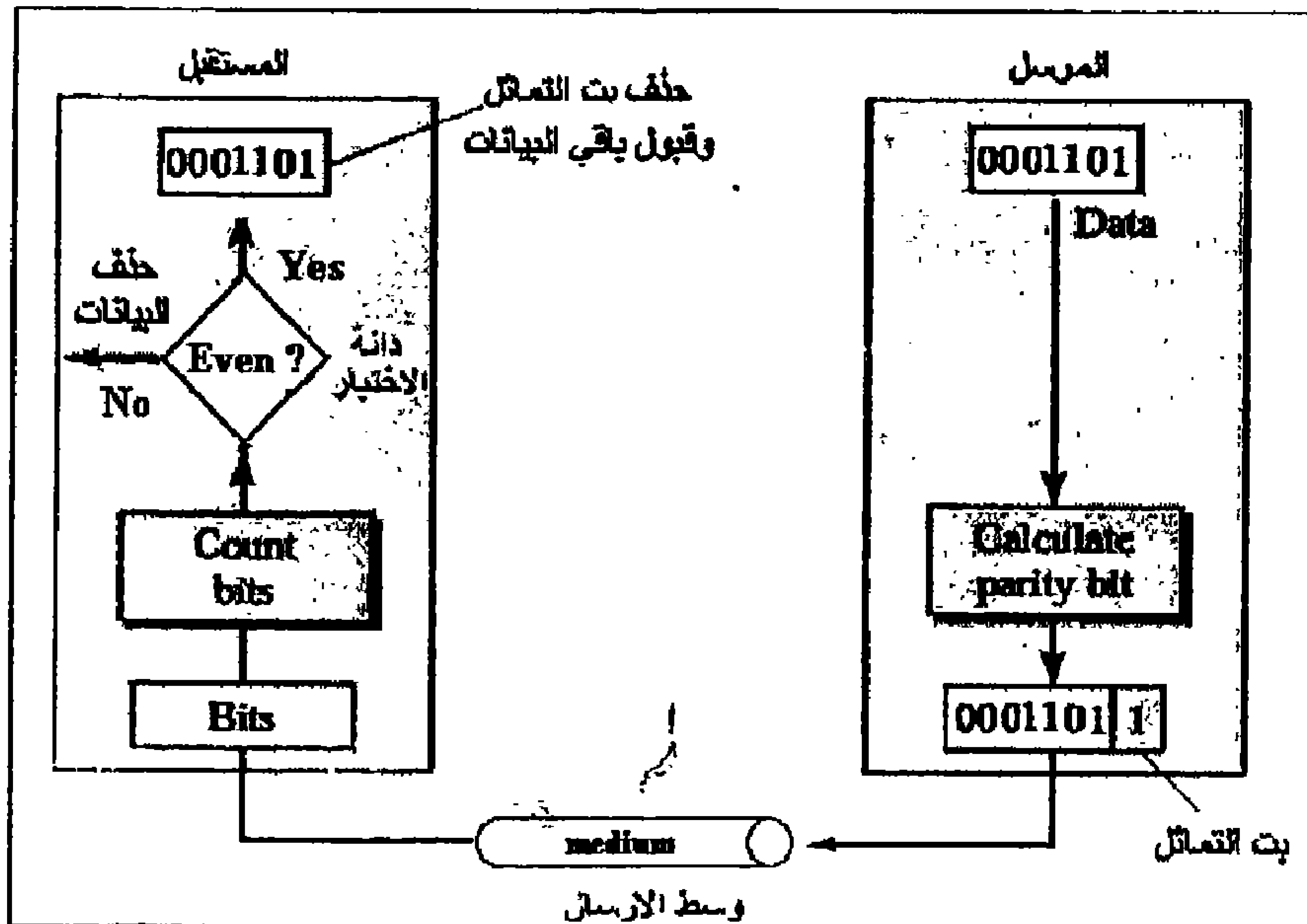
في هذه التقنية يتم إضافة bit واحد يسمى بت التماثل (parity bit) إلى نهاية وحدة البيانات (أقصى اليمين). يوجد أسلوبين يستخدما في هذه التقنية هما :

a) اختبار التماثل الزوجي Even parity check

b) اختبار التماثل الفردي Odd parity check

a) اختبار التماثل الزوجي Even parity check

في هذه الحالة يضاف بت التماثل (0 or 1) إلى نهاية وحدة البيانات وذلك لكي يكون إجمالي عدد ones في وحدة البيانات (بما فيهم bit التماثل) عدد زوجي. الشكل رقم 4 يوضح أسلوب اختبار التماثل الزوجي (even parity check) في اكتشاف الخطاء عند إرسال البيانات (0001101)

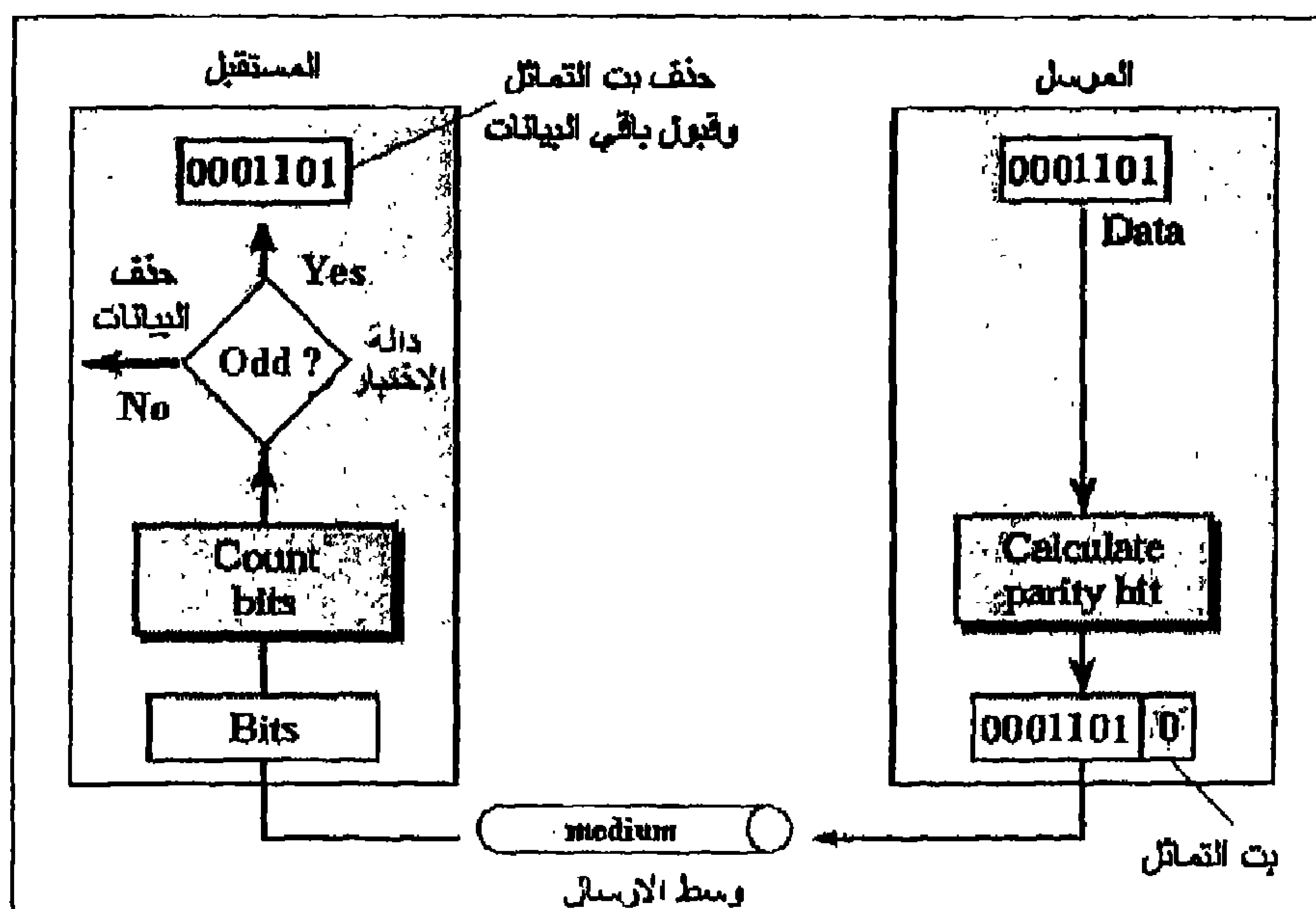


شكل 4: أسلوب اختبار التماثل الزوجي (even parity check)
في اكتشاف الخطاء عند إرسال البيانات (1100001)

في المرسل تم إضافة بت تماثل يساوي 1 وذلك لأن عدد ones الموجودة في البيانات الأصلية يساوي 3 وبالتالي يكون إجمالي عدد ones في وحدة البيانات الجديدة المرسلة تساوي 4 (عدد زوجي). عند المستقبل يتم وضع البيانات المستقبلة تحت دالة الاختبار التي تقوم بحصر عدد ones الموجودة في البيانات المستقبلة فإذا كان هذا العدد زوجي تكون البيانات المستقبلة سليمة ويتم حذف بت الإسهاب و استخلاص البيانات الأصلية وإذا كان عدد ones فردي تكون البيات المستقبلة غير سليمة ويتم حذفها بالكامل وإعلام المرسل بإعادة الإرسال مرة أخرى

b) اختبار التماثل الفردي Odd parity check

في هذه الحالة يضاف بت التماثل (0 or 1) إلى نهاية وحدة البيانات وذلك لكي يكون إجمالي عدد ones في وحدة البيانات (بما فيهم bit التماثل) عدد فردي. الشكل رقم 5 يوضح أسلوب اختبار التماثل الفردي (odd parity check) في اكتشاف الخطاء عند إرسال البيانات (1100001)



شكل 5: أسلوب اختبار التماثل الفردي (odd parity check)

في اكتشاف الخطاء عند إرسال البيانات (1100001)

في اكتشاف الخطاء عند إرسال البيانات (1100001)

في المرسل تم إضافة بت تماثل يساوي 0 وذلك لأن عدد ones الموجودة في البيانات الأصلية يساوي 3 وبالتالي يكون إجمالي عدد ones في وحدة البيانات الجديدة المرسلة تساوي 3 (عدد فردي). عند المستقبل يتم وضع البيانات المستقبلة تحت دالة الاختبار التي تقوم بحصر عدد ones الموجودة في البيانات المستقبلة

- إذا كان هذا العدد فردي تكون البيانات المستقبلة سليمة ويتم حذف بت الإسهاب واستخلاص البيانات الأصلية
- إذا كان عدد ones زوجي تكون البيانات المستقبلة غير سليمة ويتم حذفها بالكامل وإعلام المرسل بإعادة الإرسال مرة أخرى .

الجدول رقم 1 يعطي ASCII Code لمجموعة الحروف في النظام العشري والسادس عشر

مثال4 :

بفرض أننا نريد إرسال كلمة "Said" وتم استخدام أسلوب اختبار بت التماثل الزوجي (even parity check) .

1)ما هو سيل البيانات الرقمية المرسلة والمناظرة لكلمة Said بعد إضافة بت التماثل الزوجي ؟. احسب عدد ones في كل وحدة بيانات (كل حرف)

2)إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية (10100110,11000011,11010010,11001001) احسب عدد ones في كل وحدة للبيانات ثم حدد هل الرسالة المستقبلة سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

3)إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية (10110110 11000011 11010010 11001001) احسب عدد ones في كل وحدة للبيانات ثم حدد هل الرسالة المستقبلة سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

جدول 1 ASCII Code لمجموعة الحروف في النظام العشري والسادس عشر

Character	ASCII code		Character	ASCII code		Character	ASCII code	
	Hex.	Dec.		Hex.	Dec.		Hex.	Dec.
APACE	20	32	@	40	64	`	60	96
!	21	33	A	41	65	a	61	97
“	22	34	B	42	66	b	62	98
#	23	35	C	43	67	c	63	99
$	24	36	D	44	68	d	64	100
%	25	37	E	45	69	e	65	101
&	26	38	F	46	70	f	66	102
‘	27	39	G	47	71	g	67	103
(	28	40	H	48	72	h	68	104
)	29	41	I	49	73	i	69	105
*	2A	42	J	4A	74	j	6A	106
+	2B	43	K	4B	75	k	6B	107
,	2C	44	L	4C	76	l	6C	108
-	2D	45	M	4D	77	m	6D	109
.	2E	46	N	4E	78	n	6E	110
/	2F	47	O	4F	79	o	6F	111
0	30	48	P	50	80	p	70	112
1	31	49	Q	51	81	q	71	113
2	32	50	R	52	82	r	72	114
3	33	51	S	53	83	s	73	115
4	34	52	T	54	84	t	74	116
5	35	53	U	55	85	u	75	117
6	36	54	V	56	86	v	76	118
7	37	55	W	57	87	w	77	119
8	38	56	X	58	88	x	78	120
9	39	57	Y	59	89	y	79	121
:	3A	58	Z	5A	90	z	7A	122
;	3B	59	|	5B	91			
<	3C	60	\	5C	92			
=	3D	61	]	5D	93			
>	3E	62	^	5E	94			
?	3F	63	_	5F	95			

الحل:

الحرف	ASCII code		Binary system	بت التماثل	وحدة البيانات	عدد ones (n)
	Dec.	Hex.				
S	83	53	1010011	0	1010011<u>0</u>	4
a	97	97	1100001	1	1100001<u>1</u>	4
i	105	69	1101001	0	1101001<u>0</u>	4
d	100	64	1100100	1	1100100<u>1</u>	4

1) سيل البيانات الرقمية المرسلة والمناظرة لكلمة Said بعد إضافة بت التماثل الزوجي لكل حرف:

1010011<u>0</u>	1100001<u>1</u>	1101001<u>0</u>	1100100<u>1</u>
S	a	i	d
n = 4	n = 4	n = 4	n = 4

2) استقبال وحدات البيانات التالية:

10100110	11000011	11010010	11001001
n = 4	n = 4	n = 4	n = 4

حيث أن n تساوي عدد زوجي في جميع الوحدات فان كتلة البيانات المستقبلة تكون خالية من الأخطاء وبالتالي يقوم المستقبل بحذف بت الإسهاب (بت التماثل الزوجي) لاستخلاص البيانات الأصلية

3) استقبال وحدات البيانات التالية:

10110110	11000011	11010010	11001001
n = 5	n = 4	n = 4	n = 4

حيث أن n في وحدة البيانات الأولى تساوي عدد فردي (n=5) فان البيانات المستقبلة تكون غير سليمة وبالتالي يحذف المستقبل كتلة البيانات بالكامل وإعلام المرسل لإرسال البيانات مرة أخرى

مثال5 :

بفرض أننا نريد إرسال كلمة "World" وتم استخدام أسلوب اختبار بت التماثل الفردي (odd parity check).

1) ما هو سيل البيانات الرقمية المرسلة والمناظرة لكلمة Word بعد إضافة بت التماثل الفردي ؟. احسب عدد ones في كل وحدة بيانات (كل حرف)

2) إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية (11101110, 11011110, 11100100, 11011000, 11001001) . احسب عدد ones في كل وحدة للبيانات ثم حدد هل الرسالة المستقبلة سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

3) إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية (11111110, 11011110, 11101100, 11011000, 11001001). احسب عدد ones في كل وحدة للبيانات ثم حدد هل الرسالة المستقبلة سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

الحل:

الحرف	ASCII code		Binary system	بت التماثل	وحدة البيانات	عدد ones (n)
	Dec.	Hex.				
W	87	57	1010111	1	1010111<u>0</u>	7
o	111	69	1101111	1	1101111<u>1</u>	7
r	114	72	1110010	1	1110010<u>1</u>	5
l	108	6C	1101100	1	1101100<u>1</u>	5
d	100	64	1100100	0	1100100<u>0</u>	3

1) سيل البيانات الرقمية المرسلة والمناظرة لكلمة World بعد إضافة بت التماثل الزوجي لكل حرف:

10101110	11011111	11100101	11011001	11001000
W	o	r	l	d
n = 7	n = 7	n = 5	n = 5	n = 3

2) استقبال وحدات البيانات التالية:

10101110	11011111	11100101	11011001	11001000
n = 7	n = 7	n = 5	n = 5	n = 3

حيث أن n تساوي عدد فردي في جميع الوحدات فان كتلة البيانات المستقبلة تكون خالية من الأخطاء وبالتالي يقوم المستقبل بحذف بت الإسهاب (بت التماثل الفردي) لاستخلاص البيانات الأصلية

3) استقبال وحدات البيانات التالية:

11111111	11011111	11101101	11011001	11001000
n=8	n = 7	n = 6	n = 5	n = 3

حيث أن n في بعض الوحدات فردي وفي البعض الآخر زوجي فان البيانات المستقبلة تكون غير سليمة وبالتالي يحذف المرسل كتلة البيانات بالكامل وإعلام المرسل لإرسال البيانات مرة أخرى

كفاءة طريقة اختبار الإسهاب العمودي Performance of VRC

تستخدم طريقة اختبار الإسهاب العمودي لاكتشاف الأخطاء في الرسائل إذا كان هناك خطأ في bit واحد (single-bit error) أما في حالة الخطأ في أكثر من (burst bit error) فيتم استخدام هذه الطريقة إذا كان إجمالي عدد البتات التي تغيرت (m) عدد فردي

مثال6 :

تم إرسال سيل البيانات (10001101) حيث أن عدد ones يساوي (n=4) عدد زوجي.

إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية.

a)11111101 b)10010111 c)00000001

d)00101101 e) 10010011

باستخدام even parity احسب عدد ones (n) وعدد البتات التي تغيرت (m) في كل وحدة وحدد هل البيانات المستقبلة سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب. مع العلم

الحل:

البيانات المستقبلة	m	n	قرار المستقبل	صحة القرار	السبب
a) 11111101	3	7	وحدة البيانات غير سليمة	صحيح	n عدد فردي و m عدد فردي
b) 10010111	3	5	وحدة البيانات غير سليمة	صحيح	n عدد فردي و m عدد فردي
c) 00000001	3	1	وحدة البيانات غير سليمة	صحيح	n عدد فردي و m عدد فردي
d) 00101101	2	4	وحدة البيانات سليمة	خاطئ	n عدد زوجي و m عدد زوجي
e) 10010011	4	4	وحدة البيانات سليمة	خاطئ	n عدد زوجي و m عدد زوجي

في الحالات (a, b, and c) يكون القرار صحيحا ولكن في الحالات (d and e) يكون القرار خاطئا حيث أن المستقبل سيتخذ قرار بأن المعلومات سليمة (n=4) بالرغم من وجود أخطاء (m>0).

8.3.2) اختبار الإسهاب الطولي

Longitudinal Redundancy Check (LRC)

في هذه التقنية تقسم كتلة البيانات في شكل جدول يحتوي على صفوف وأعمدة

الطريقة:

1) يتم تقسيم كتلة البيانات المراد إرسالها إلى عدة مجاميع وكل مجموعة تحتوي على 7 bits (ASCII code لكل حرف يساوي 7 bits) . فعلى سبيل المثال إذا كنا نريد

إرسال كتلة بيانات تحتوي على 28 bits فسيتم تقسيمهم إلى أربع مجاميع وكل مجموعة تحتوي على 7 bits

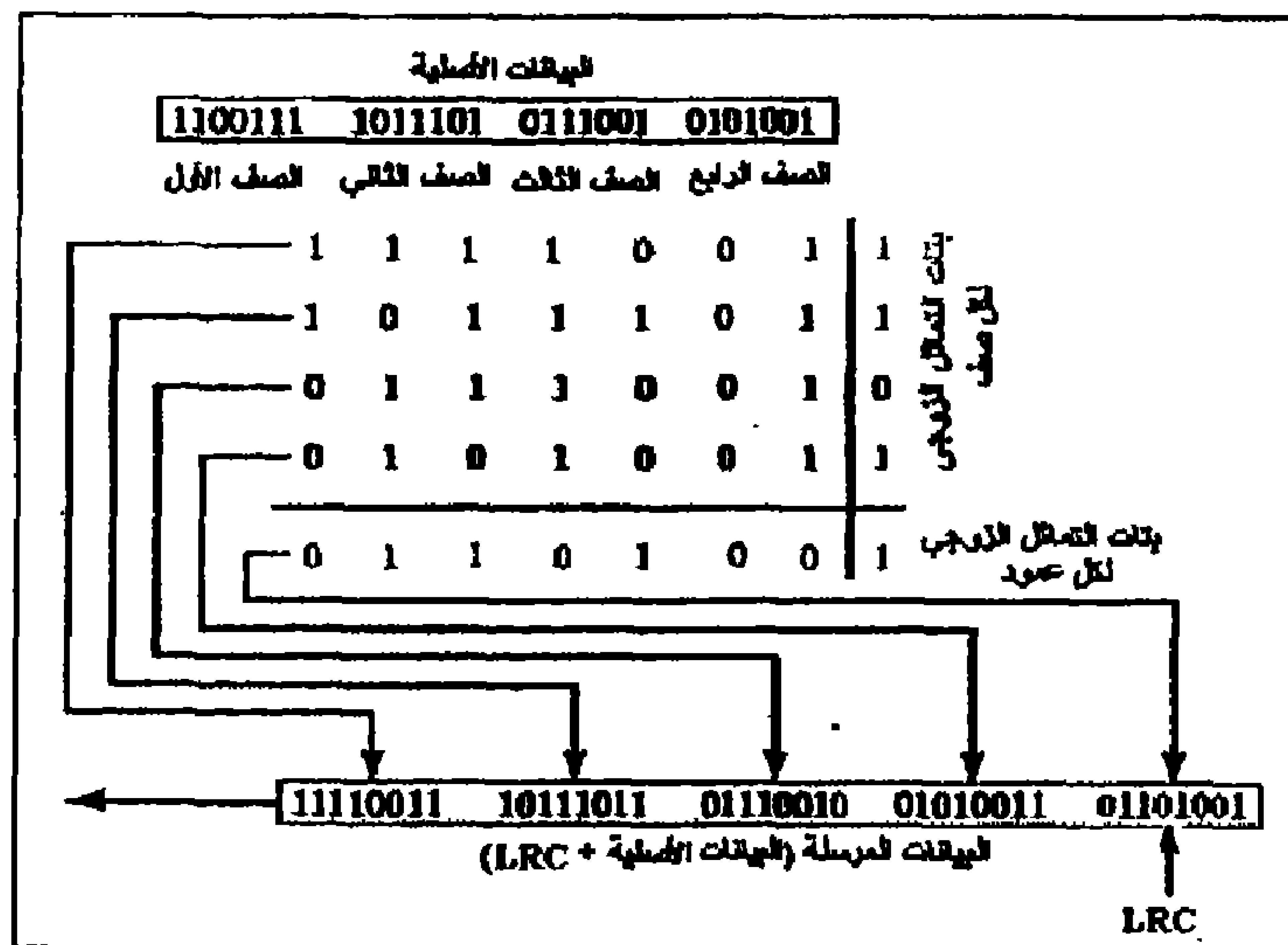
2) إنشاء جدول كل صف فيه يمثل بتات كل مجموعة أي يكون لدينا جدول يحتوي على أربعة صفوف و سبعة أعمدة

3) نحسب bit التماثل لكل صف ويوضع في العمود الثامن من الصف (أقصى اليمين)

4) توجد صف خامس جديد يحتوي على 8 bits كل bit فيه يمثل bit التماثل (parity bit) لكل عمود

5) قيم بتات الصف الخامس تسمى LRC

6) إضافة LRC إلى البيانات الأصلية ثم إرسالها إلى جهاز الاستقبال



مثال7 :

إذا كانت البيانات الأصلية تساوي 1110011 1101110 0011100 1010100

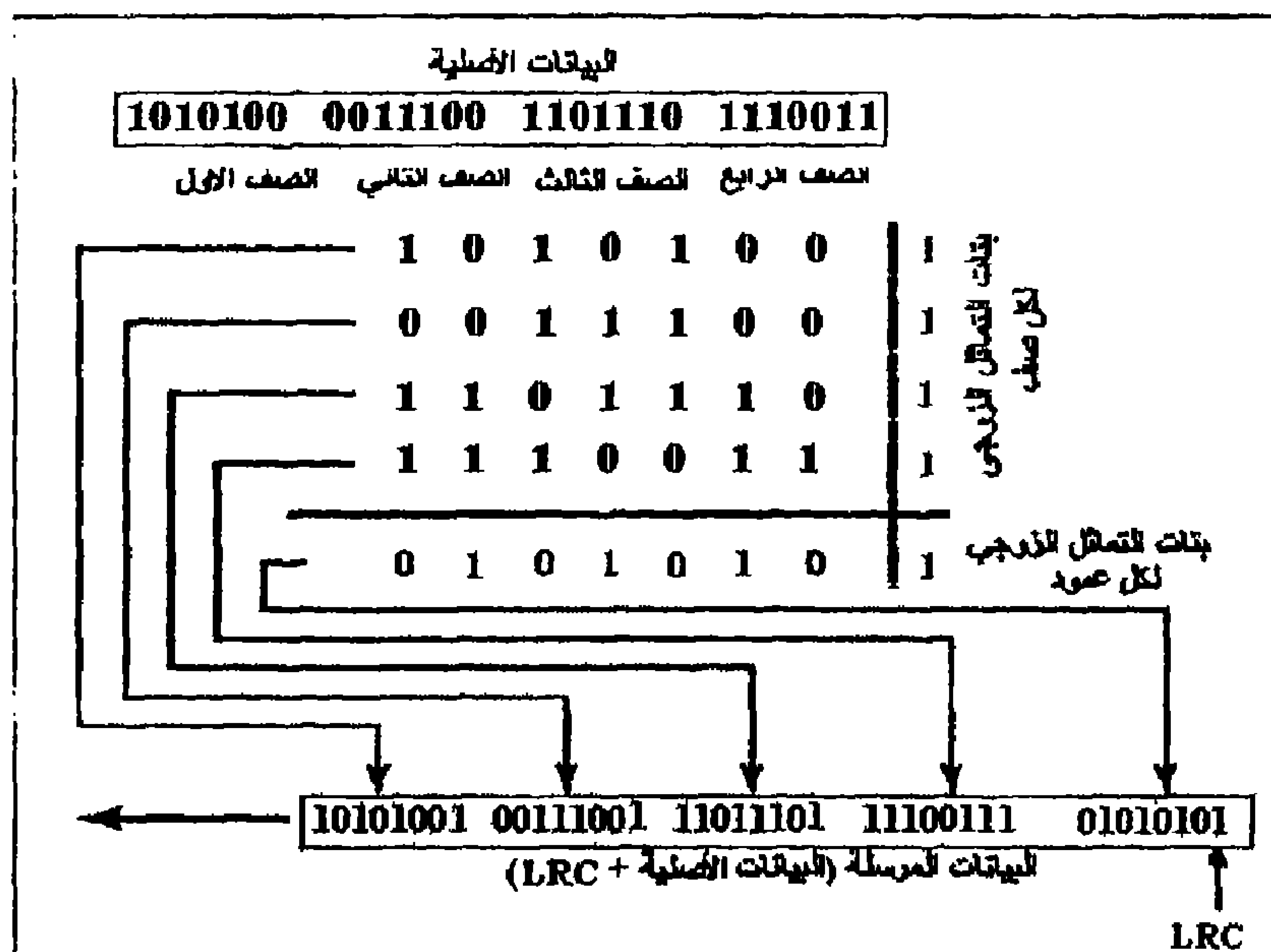
1) أوجد كتلة البيانات المرسلة بعد إضافة LRC

2) إذا اصطدمت سيل البيانات المرسلة بضوضاء تتدفقي (burst noise) طوله 8 bits وتم استلام سيل البتات التالي :

10100011 10001001 11011101 11100111 10101010

احسب عدد ones في كل وحدة بيانات (8 bits). هل كتلة البيانات المستقبلة سليمة أم غير سليمة ؟ ولماذا ؟

الحل:



1) كتلة البيانات المرسلة بعد إضافة LRC هي :

10101001 00111001 11011101 11100111 01010101

2) إذا اصطدمت هذه الكتلة بضوضاء تدفقي (burst noise) طوله 8 bits فان بعض البتات ستفسد وبالتالي تتغير قيمتها

burst noise
طوله 8 bits

10100011	10001001	11011101	11100111	10101010
n = 4	n = 3	n = 6	n = 6	n = 4

عندما يختبر جهاز الاستقبال bit التماثل (parity bit). فهناك بعض البتات لا تتبع قاعدة التماثل الزوجي (even parity) وبالتالي سيلغى المستقبل كتلة البيانات بالكامل

8.3.3) اختبار الإسهاب الدوري (CRC) Cyclic Redundancy Check

في هذه الطريقة سيتم إضافة مجموعة من البتات تسمى بتات الإسهاب الدوري (CRC) إلى نهاية البتات الأصلية (أقصى اليمين) بحيث يكون وحدة البيانات الناتجة بعد إضافة بتات الإسهاب تقبل القسمة على divisor يحدد مسبقا

عند استقبال كتلة البيانات القادمة من المرسل (البيانات الأصلية بالإضافة إلى بتات الإسهاب الدوري) فان المستقبل يقوم بقسمة هذه البيانات على نفس divisor

1) إذا كان خارج القسمة يساوي صفر (remainder = 0) فستكون البيانات صحيحة وسيتم حذف بتات الإسهاب الدوري (CRC) لاستخلاص البيانات الأصلية

2) إذا كان خارج القسمة لا يساوي صفر (remainder ≠ 0) فستكون كتلة البيانات غير صحيحة وسيتم حذفها بالكامل

الطريقة:

أولا : خلال جهاز الإرسال (عملية توليد CRC)

بفرض أن عدد بتات divisor المحدد مسبقا يساوي n

1) إضافة عدد (n-1) من بتات الإسهاب الدوري إلى نهاية البيانات الأصلية أي أن عدد بتات الإسهاب الدوري أقل من عدد بتات divisor بمقدار 1

2) تحدد بتات الإسهاب الدوري بالطريقة التالية

a) إضافة عدد (n-1) من الأصفار إلى ذيل البيانات الأصلية (أقصى اليمين)

b) إجراء قسمة البيانات الجديدة (البيانات الأصلية بالإضافة إلى الأصفار) على divisor

c) باقي القسمة remainder سيكون هو بتات الإسهاب الدوري (CRC) الذي يضاف إلى نهاية البيانات الأصلية

d) الكتلة المرسلة تتكون من البيانات الأصلية مضافا إليها بتات الإسهاب (CRC)

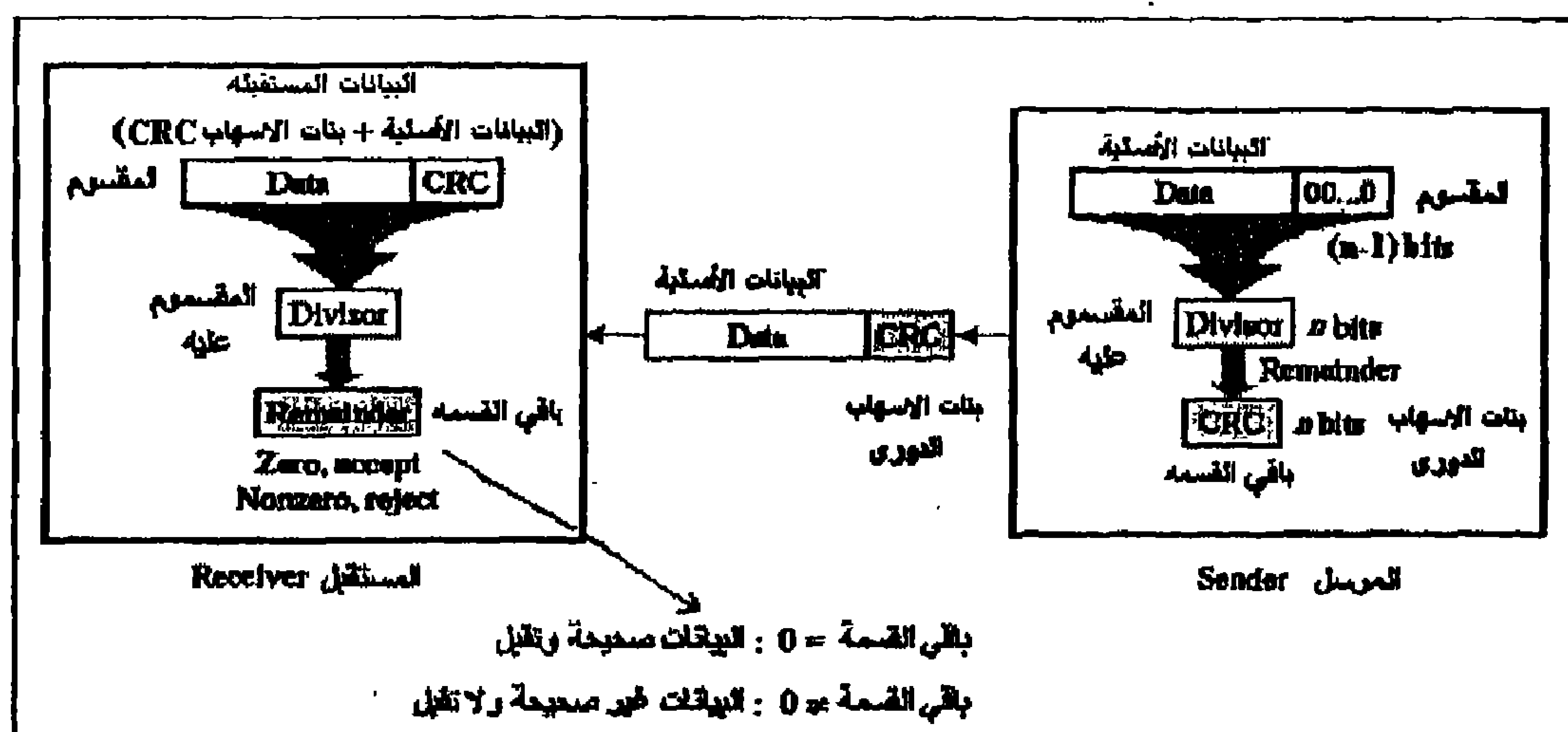
ثانيا : خلال جهاز الاستقبال

3) عند المستقبل يعاد قسمة كتلة البيانات المستقبلة على نفس divisor لإيجاد remainder (باقي القسمة) .

a) إذا كان remainder يساوي صفر فستكون كتلة البيانات صحيحة وسيتم حذف بتات الإسهاب الدوري (CRC) لاستخلاص البيانات الأصلية

b) إذا كان remainder لا يساوي صفر فستكون كتلة البيانات غير صحيحة وسيتم حذفها بالكامل

الشكل رقم 6 يوضح طريقة الاختبار الاسهابى الدوري (CRC)



شكل 6 : طريقة الاختبار الاسهابى الدوري (CRC)

طريقة إجراء القسمة وإيجاد CRC

باعتبار أن عدد بتات divisor يساوي 4 bits

1)إضافة ثلاثة أصفار إلى dividend (إلى يمين البيانات الأصلية)

2)إذا كان bit الأخير في dividend يساوي 1 يوضع 1 في quotient ثم يتم طرح بتات divisor من أول 4 bits في dividend . كل bit في divisor يطرح من bit المناظر له في dividend بدون نقل bit إلى bit الأعلى

- (0-0=0, 0-1=1, 1-0=0, 1-1=0). bit الأخير في remainder يهمل

3)سحب bit التالي في dividend إلى remainder السابق وذلك لجعل عدد بتات remainder يساوي عدد بتات divisor

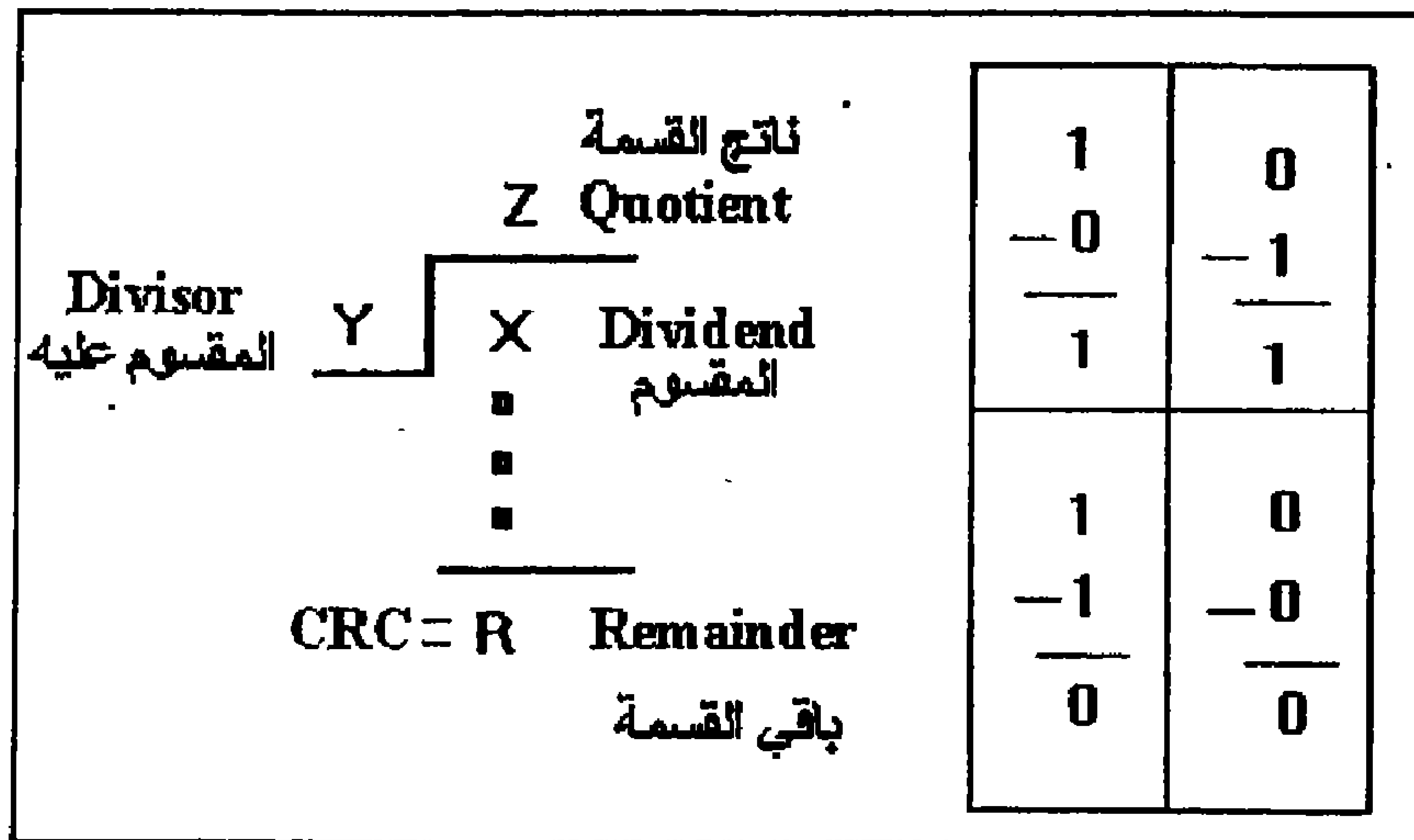
4)إذا كان bit الأخير remainder يساوي 1 يوضع 1 في quotient مع طرح divisor من remainder

5)إذا كان bit الأخير في remainder يساوي 0 يوضع 0 في quotient مع طرح أصفار من remainder

6)تكرر العملية السابقة حتى يتم سحب جميع بتات dividend

7)Remainder النهائي يكون هو CRC ويضاف إلى البيانات الأصلية

الشكل رقم 7 يوضح عملية الطرح وعملية القسمة



شكل 7 : عملية الطرح وعملية القسمة

مثال8 :

باستخدام تقنية CRC

1) إذا كانت البيانات الأصلية المراد إرسالها تساوي (100100) أحسب مقدار CRC وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسلة

2) إذا تم استقبال كتلة البيانات 100100001 احسب قيمة remainder واذكر هل البيانات سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

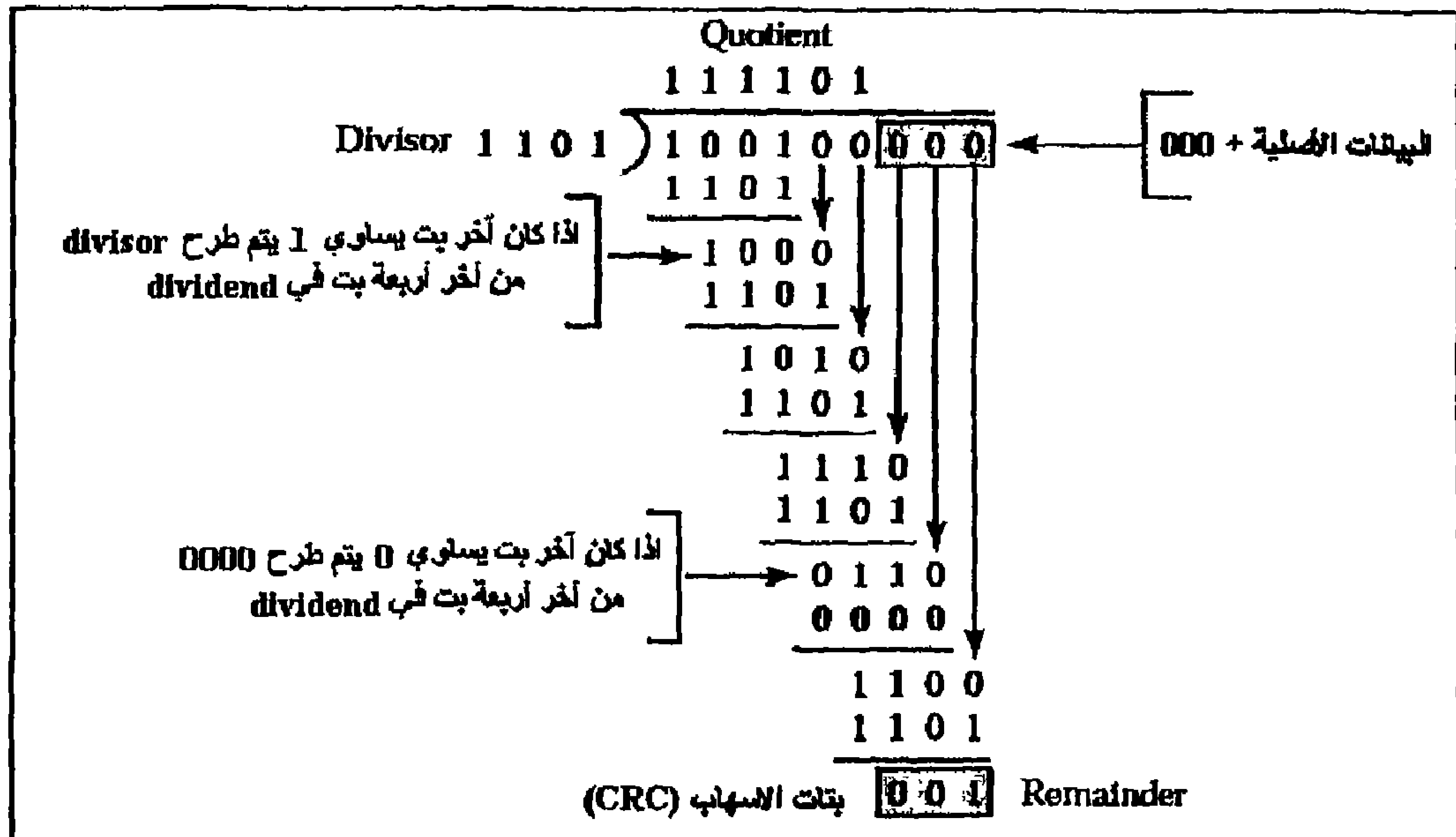
3) إذا تم استقبال كتلة البيانات 100100011 احسب قيمة remainder واذكر هل البيانات سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

الحل:

1) حساب مقدار CRC وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسلة

بفرض أن divisor = 1101 (n = 4) فسيتم إضافة ثلاثة أصفار (000) إلى نهاية البيانات الأصلية ثم قسم كتلة البيانات (100100000) على (divisor = 1011) .

الشكل رقم 8 يوضح عملية قسمة (100100000) على (1101)



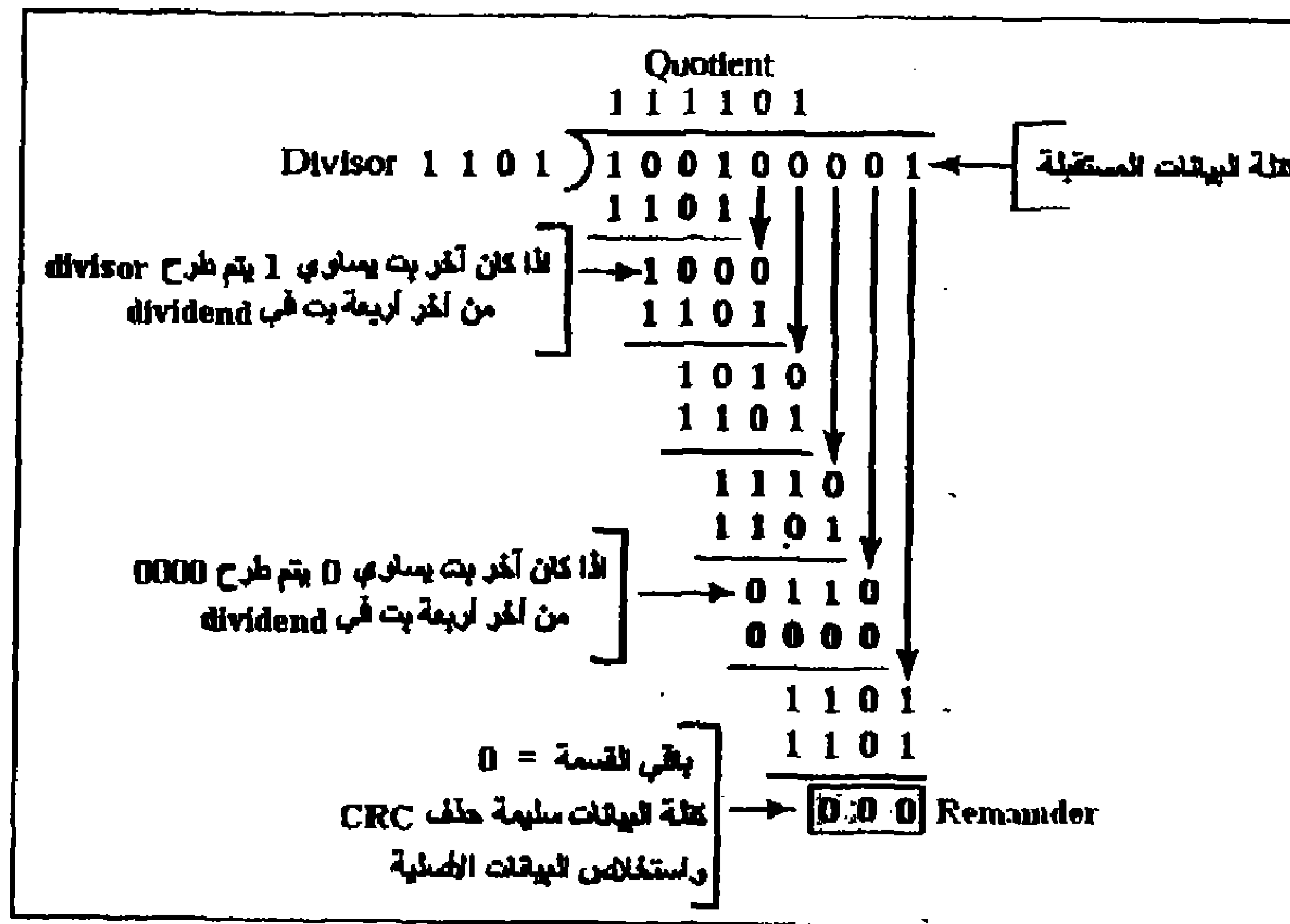
شكل 8 : عملية قسمة (100100000) على (1101)

باقي القسمة remainder = 001. يتم إضافة باقي القسمة (CRC=001) إلى البيانات الأصلية (100100) وبالتالي يكون كتلة البيانات المرسلة (100100001)

2) استقبال كتلة البيانات 100100001 .

يتم قسمة البيانات المستقبلة (100100001) على نفس divisor السابق (1101) .

الشكل رقم 9 يوضح عملية قسمة البيانات المستقبلة (100100001) على (divisor = 1101)



شكل 9: عملية قسمة البيانات المستقبلة (100100001) على (divisor = 1101)

حيث أن خارج قسمة البيانات المستقبلة (100100001) على (divisor = 1101) يساوي صفر فستكون كتلة البيانات المستقبلة سليمة ويتم حذف CRC واستخلاص البيانات الأصلية

3) استقبال كتلة البيانات 100100011

يـتم قسـمة البـيانات المسـتقبلة (100100011) علـى نفـس divisor السـابق (1101) .
الشكل رقم 10 يوضح عملية قسمة البيانات المستقبلة (100100011) على (divisor = 1101)

Quotient
1 1 1 1 0 1
Divisor 1 1 0 1) 1 0 0 1 0 0 0 1 1 ← كتلة البيانات المستقبلة
1 1 0 1
اذا كان آخر بت يساوي 1 يتم طرح divisor من آخر أربعة بت في dividend → 1 0 0 0
1 1 0 1
1 0 1 0
1 1 0 1
1 1 1 0
1 1 0 1
اذا كان آخر بت يساوي 0 يتم طرح 0000 من آخر أربعة بت في dividend → 0 1 1 1
0 0 0 0
1 1 1 1
1 1 0 1
باقي القسمة ≠ 0 كتلة البيانات غير سليمة وتحذف كتلة البيانات بالكامل واعلام المرسل لأعادة ارسال البيانات → 0 1 0 Remainder

شكل 10: عملية قسمة البيانات المستقبلة (100100011) على (divisor = 1101)

حيـث أن remainder الـناتج مـن قسـمة البـيانات المسـتقبلة (100100001) علـى (divisor = 1101) لا يساوي صفر فتكون كتلة البيانات المستقبلة غير سليمة ويتم حذفها بالكامل وإعلام المرسل لإعادة إرسال البيانات مرة أخري

(8.3.4 اختبار المجموع CHECKSUM

مثل الطرق السابقة سيتم إضافة بتات إسهاب مناسبة إلى نهاية البيانات الأصلية المراد إرسالها

الطريقة

أولا : خلال جهاز الإرسال (عملية توليد Checksum)

1) تقسيم البيانات المراد إرسالها إلى عدد K من الأقسام وكل قسم يحتوي على عدد n من البتات

2) إيجاد مجموع الأقسام وذلك بإجراء الجمع الثنائي (binary addition)

3) إيجاد المتمم الأول (1's complement) للمجموع والذي يسمى checksum

4) إضافة checksum إلى نهاية البيانات الأصلية

5) إرسال البيانات الأصلية بالإضافة إلى Checksum

ثانيا : خلال جهاز الاستقبال (اختبار Checksum)

6) تقسم البيانات المستقبلة إلى عدد K+1 من الأقسام (K عدد أقسام البيانات الأصلية) وكل قسم يحتوي على عدد n من البتات

7) إيجاد مجموع الأقسام وذلك بإجراء الجمع الثنائي

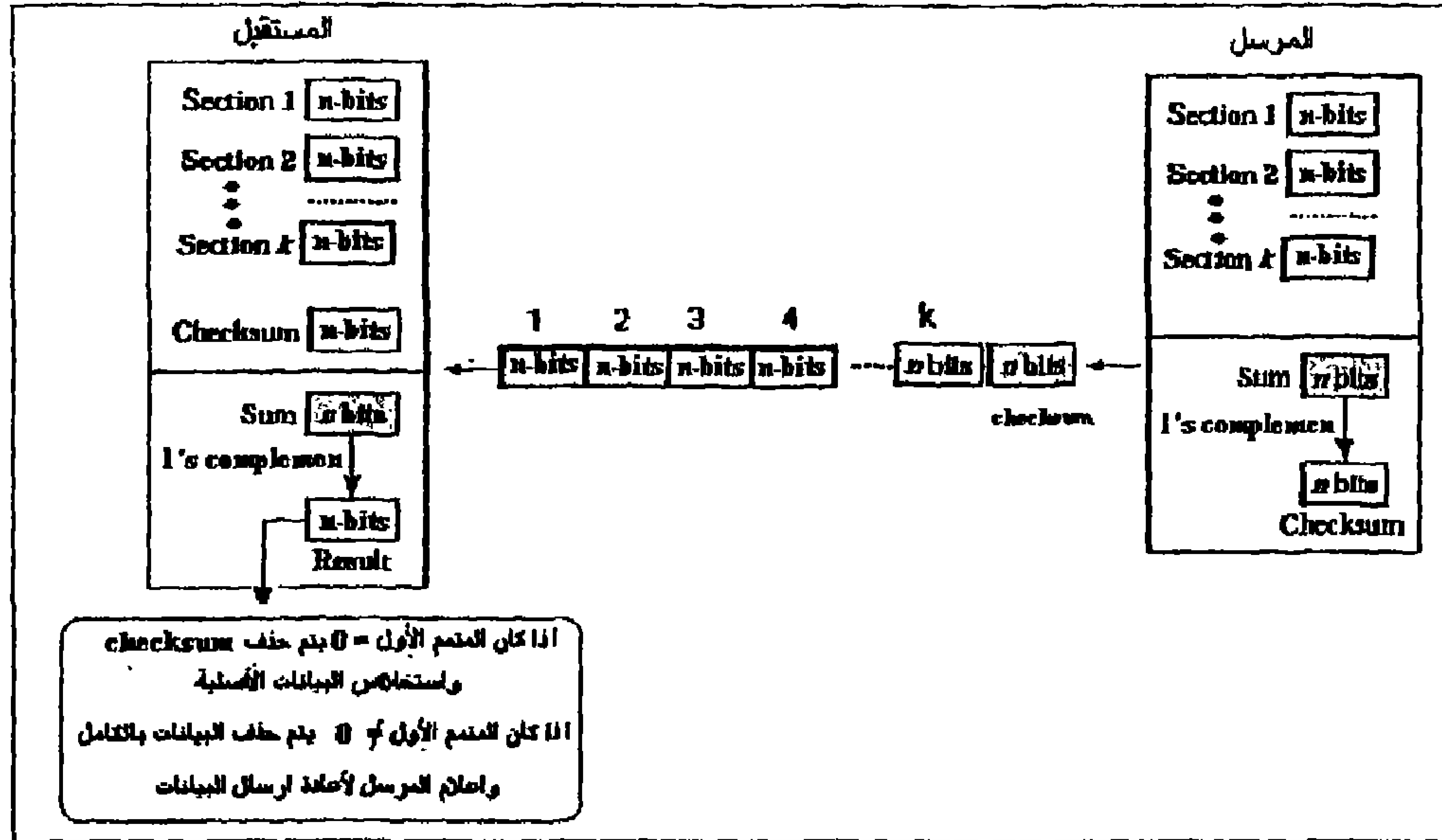
8) أيجاد المتمم الأول 1's complement للمجموع

9) إذا كان المتمم الأول 1's complement يساوى صفر تكون البيانات صحيحة ويتم حذف checksum لاستخلاص البيانات الأصلية

10) إذا كان المتمم الأول 1's complement لا يساوى صفر تكون البيانات غير صحيحة وسترفض البيانات بالكامل ويتم مخاطبة المرسل لإعادة إرسال البيانات مرة أخرى

الشكل رقم 11 يوضح طريقة تقنية checksum أثناء الإرسال والاستقبال

ملحوظة: يتم إيجاد المتمم الأول (1's complement) للمجموع الثنائي بواسطة عكس قيمة كل بت من 1 إلى 0 والعكس



شكل 11: طريقة تقنية checksum أثناء الإرسال و الاستقبال

مثال9 :

باستخدام تقنية checksum

1) إذا كانت البيانات الأصلية المراد إرسالها تساوي (10101001 00111001) أحسب مقدار checksum وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسلة

2) إذا تم استقبال كتلة البيانات (00011101 00111001 10101001) احسب مقدار المتمم الأول (1's complement) واذكر هل البيانات سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

3) إذا تم استقبال كتلة البيانات (00011111 00111001 10101001) احسب مقدار المتمم الأول (1's complement) واذكر هل البيانات سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

الحل:

1) إرسال البيانات (10101001 00111001)

تتكون كتلة البيانات الأصلية المراد إرسالها من 16 bits . وبفرض أن checksum يحتوي على 8 bits فأننا سنقسم الكتلة إلى قسمان كل قسم يحتوي على 8 bits

10101001 00111001

إيجاد المجموع الثنائي للقسمين :

```
       10101001
       00111001
       --------
Sum    11100010
```

إيجاد checksum بواسطة إيجاد 1's complement للمجموع

Checksum = **00011101**

البيانات المرسلة تكون

The pattern sent is 10101001 00111001 **00011101**

2) استقبال كتلة البيانات (10101001 00111001 00011101)

سيقوم المستقبل بإيجاد مجموع الثلاثة أقسام ثم يوجد المتمم الأول 1s complement للمجموع

```
       10101001
       00111001
       00011101
       --------
Sum    11111111
```

1's Complement =**00000000**.

حيث أن المتمم الأول يساوي أصفار والذي يعني أن كتلة البيانات صحيحة وبالتالي سيتم حذف checksum واستخلاص البيانات الأصلية

3) استقبال كتلة البيانات (10101001 00111001 00011111)

سيقوم المستقبل بإيجاد مجموع الثلاثة أقسام ثم يوجد 1s complement للمجموع

```
                10101001
                00111001
                00011111
                --------
المجموع الجزئي 1 00000001
                      ↘ 1  Carry
                --------
        Sum     00000010
```

1's Complement =11111101.

حيث أن المتمم الأول لا يساوي أصفار والذي يعني أن كتلة البيانات غير صحيحة وبالتالي سيتم حذف كتلة البيانات بالكامل و إعلام المرسل لإعادة إرسال البيانات مرة أخرى

مثال10 :

تم استقبال كتلة البيانات (10101111 11111001 00011101) . باستخدام تقنية checksum هل هذه البيانات سليمة أم غير سليمة ؟ ولماذا ؟

الحل:

بفرض أن checksum يتكون من 8 bits. المستقبل يوجد مجموع الثلاثة أقسام (كل قسم يحتوي على 8 bits)

```
                10101111
                11111001
                00011101
                --------
المجموع الجزئي 1 11000101
                      ↘ 1  Carry
                --------
        Sum     11000110
```

Complement = 00111001

حيث أن المتمم الأول لا يساوي أصفار و الذي يعني أن كتلة البيانات غير صحيحة وبالتالي سيتم حذف كتلة البيانات بالكامل و إعلام المرسل لإعادة إرسال البيانات مرة أخرى

8.4) تقنيات كشف وإصلاح الأخطاء (Hamming Code)

ERROR DETECTION AND CORRECTION

يستخدم Hamming code في اكتشاف وإصلاح Single-bit error . في تقنية Hamming code سيتم توزيع بتات الإسهاب داخل كتلة البيانات خلافا للتقنيات السابقة (VRC, LRC, CRC, and checksum) حيث أنه كانت توضع بتات الإسهاب في نهاية كتلة البيانات الأصلية

الطريقة

أولا : خلال جهاز الإرسال (عملية توليد Hamming code)

بفرض أن عدد بتات البيانات الأصلية يساوي M

1) إضافة عدد R من بتات الإسهاب إلى بتات البيانات الأصلية . يتم حساب قيمة R من خلال تحقيق المتباينة التالية :

$$2^R \geq M + R + 1$$

الجدول رقم 2 يوضح عدد بتات الإسهاب الإضافية (R) لكل عدد M من البيانات الأصلية والذي يحقق المتباينة السابقة بالإضافة إلى إجمالي عدد البتات المرسلة (M+R)

جدول 2 : عدد بتات الإسهاب الإضافية (R) لكل عدد M

من البيانات الأصلية بالإضافة إلى إجمالي عدد البتات المرسلة (M+R)

M	R	M+R
1	2	3
2	3	5
3	3	6
4	3	7
5	4	9
6	4	10
7	4	11

بفرض أن عدد بتات البيانات الأصلية يساوي (M=7 bits) فان عدد بتات الإسهاب تساوي (R=4 bits) وعدد بتات كتلة البيانات المرسلة بعد إضافة بتات الإسهاب تساوي (M+R=11 bits)

2) تحديد أماكن وضع بتات الإسهاب يتم تبعا للعلاقة التالية:

$$position = 2^I$$

حيث أن I تأخذ القيم (0, 1, 2, 3,...)

أي أن بتات الإسهاب تكون في الأماكن رقم (1, 2, 4, and 8) داخل كتلة البيانات المرسلة وتسمى R1, R2, R4, and R8 حيث أن index (1, 2, 4, and 8) يمثل مكان وضع كل بت من بتات الإسهاب داخل كتلة البيانات المرسلة

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
d	d	d	R8	d	d	d	R4	d	R2	R1

3) تحديد قيمة كل بت من بتات الإسهاب

كل بت من بتات الإسهاب يمثل التماثل الزوجي أو التماثل الفردي لمجموعة من بتات البيانات الأصلية تحدد حسب التالي:

ننظر أن التمثيل الثنائي لمكان وضع كل bit من بتات الإسهاب (R1, R2, R4, R8, ...)

1= 0001 ← يكون R1 هو VRC لجميع الأماكن التي يكون bit الأول في النظام الثنائي لها يحتوي على 1

2= 0010 ← يكون R2 هو VRC لجميع الأماكن التي يكون bit الثاني في النظام الثنائي لها يحتوي على 1

4= 0100 ← يكون R4 هو VRC لجميع الأماكن التي يكون bit الثالث في النظام الثنائي لها يحتوي على 1

8= 1000 ← يكون R8 هو VRC لجميع الأماكن التي يكون bit الرابع في النظام الثنائي لها يحتوي على 1

الجدول رقم 3 يوضح أماكن بتات كتلة البيانات و التمثيل الثنائي لكل مكان

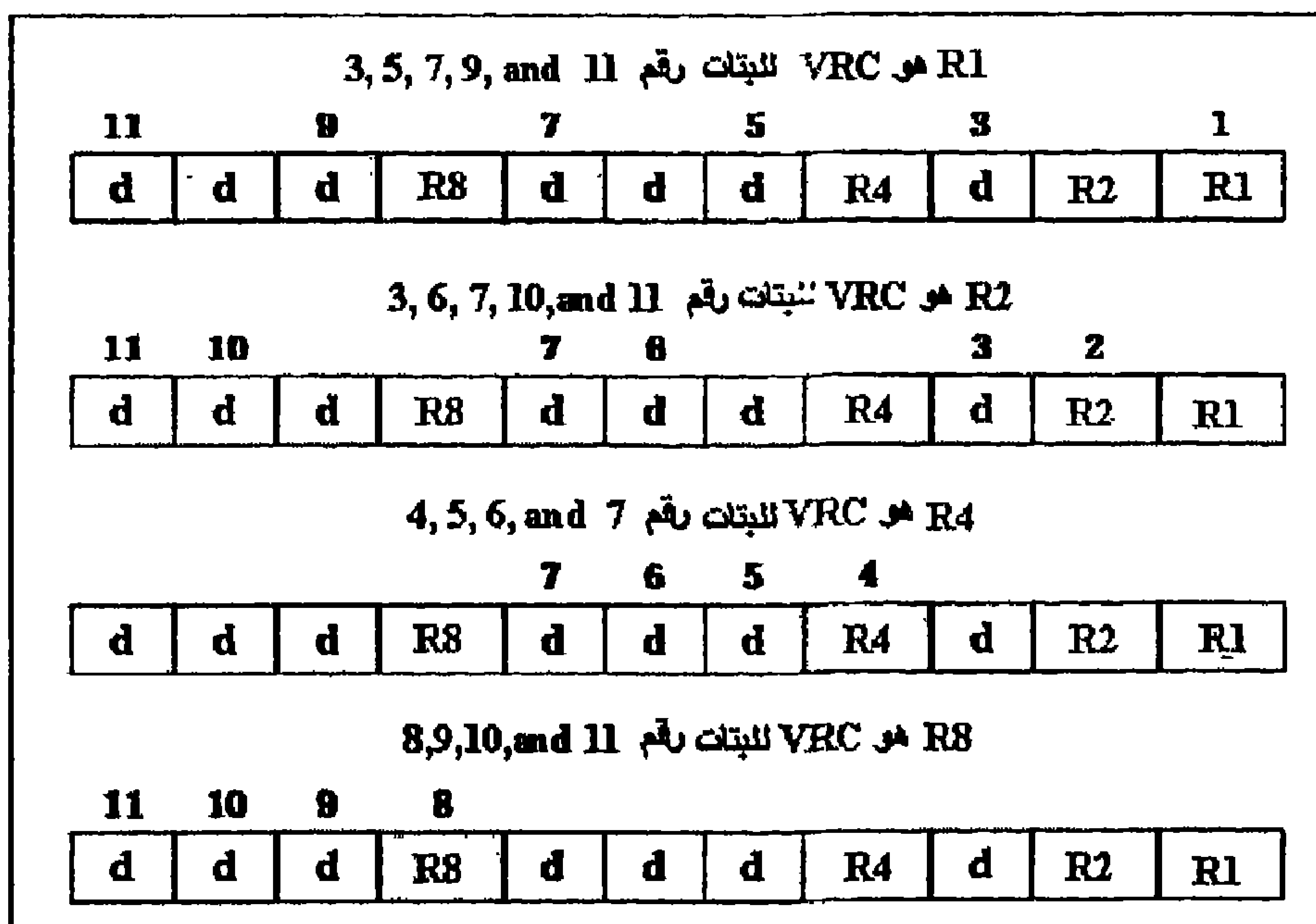
جدول 3 : أماكن بتات كتلة البيانات و التمثيل الثنائي لكل مكان

المكان	التمثيل الثنائي للمكان	المكان	التمثيل الثنائي للمكان
1	0001	7	0111
2	0010	8	1000
3	0011	9	1001
4	0100	10	1010
5	0101	11	1011
6	0110		

من الجدول رقم 3:

- R1 هو VRC للبتات رقم (3, 5, 7, 9, and 11)
- R2 هو VRC للبتات رقم (3, 6, 7, 10,and 11)
- R4 هو VRC للبتات رقم (5, 6, and 7)
- R8 هو VRC للبتات رقم (9,10,and 11)

الشكل رقم 12 يوضح أماكن بتات الإسهاب ومجموعة البتات التي يمثل VRC لها



شكل 12 : أماكن بتات الإسهاب ومجموعة البتات التي يمثل VRC لها

4) إرسال كتلة البيانات الذي يحتوي على M + R من البتات

ثانيا : خلال جهاز الاستقبال (اختبار Hamming code)

يتم اختبار كتلة البيانات المستقبلة على النحو التالي

1) حساب VRC للمجموعات البتات التالية

- (R1, d1, d3,d5,d7,d9 and d11)
- (R2, d3, d6,d7,d10 and d11)

- (R4, d5, d6, and d7)
- (R8, d9,d10 and d11)

2) مجموعة VRC الناتجة تمثل التمثيل الثنائي لمكان البت الذي به خطأ.

- إذا كان التمثيل الثنائي يساوي 0000 تكون البيانات سليمة ويتم حذف بتات الإسهاب الموجودة في الأماكن (1, 2, 4, and 8)
- إذا كان التمثيل الثنائي لا يساوي 0000 فيحول هذا التمثيل الثنائي إلى الرقم العشري المناظر له لتحديد مكان البت الذي به خطأ حيث يتم تغير قيم هذا البت من 0 إلى 1 أو العكس بناء على قيمته المستقبلة

مثال 11 :

بفرض استخدام Hamming code . إذا علمت أن البيانات الأصلية هي (1001101) . خلال جهاز الإرسال يتم توليد Hamming code وتحديد كتلة البيانات المرسلة. أوجد التالي

1) عدد بتات الإسهاب R
2) أماكن وضع بتات الإسهاب
3) قيمة كل بت من بتات الإسهاب.
4) كتلة البيانات المرسلة

الحل:

عند المرسل يتم إجراء التالي

البيانات الأصلية : 1 0 0 1 1 0 1

عدد بتات البيانات الأصلية : M = 7

1) عدد بتات الإسهاب : R = 4

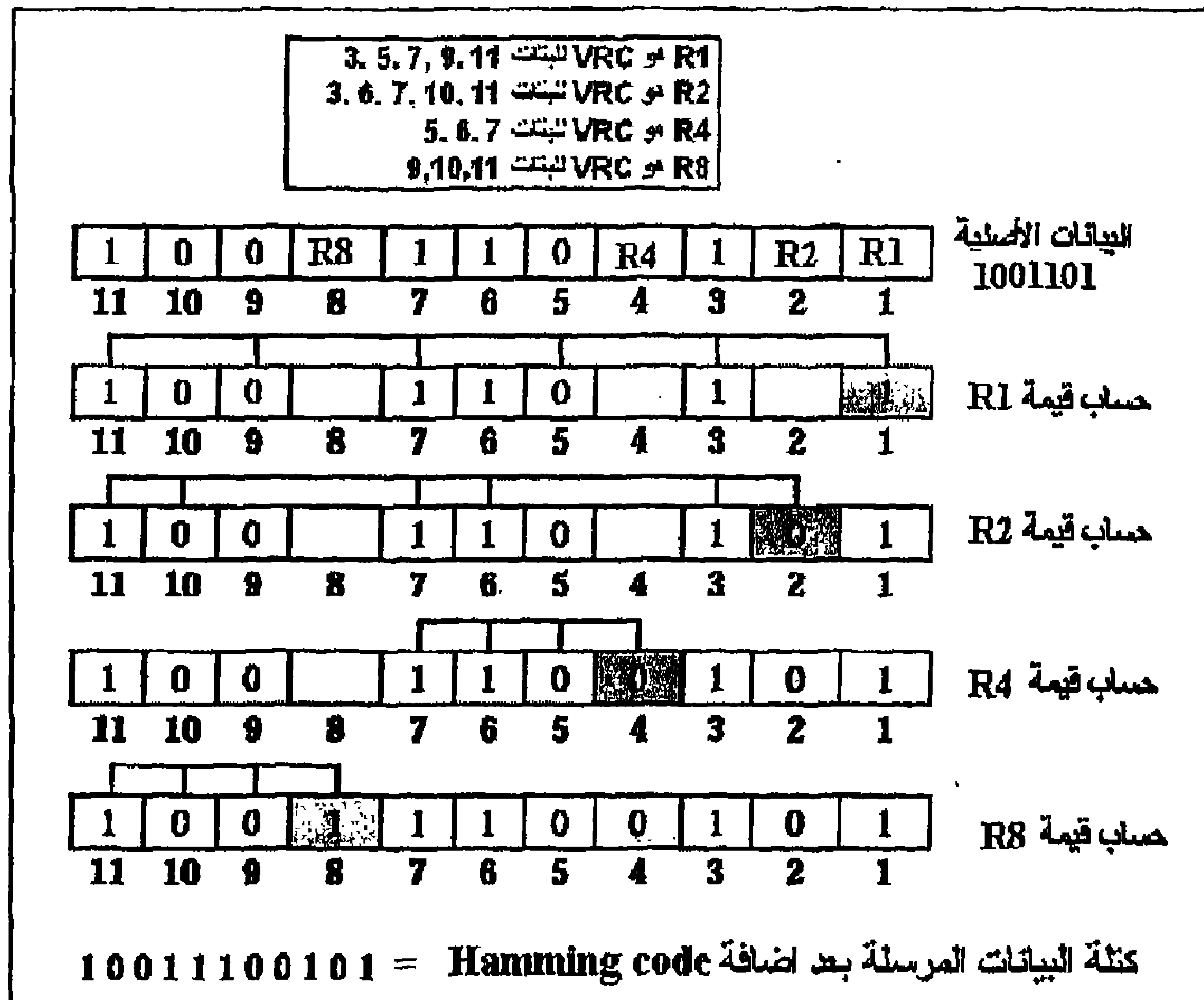
2) أماكن وضع بتات الإسهاب R1, R2, R4, R8: المكان الأول والثاني والرابع والثامن.

الشكل رقم 13 يوضح عملية إيجاد قيمة بتات الإسهاب وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسلة

3) من الشكل رقم 13:

R1 = 1, R2 = 0, R4= 0, and R8 = 1

4) كتلة البيانات المرسلة بعد إضافة بتات الإسهاب هي:10011100101



شكل 13: عملية إيجاد قيمة بتات الإسهاب وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسلة

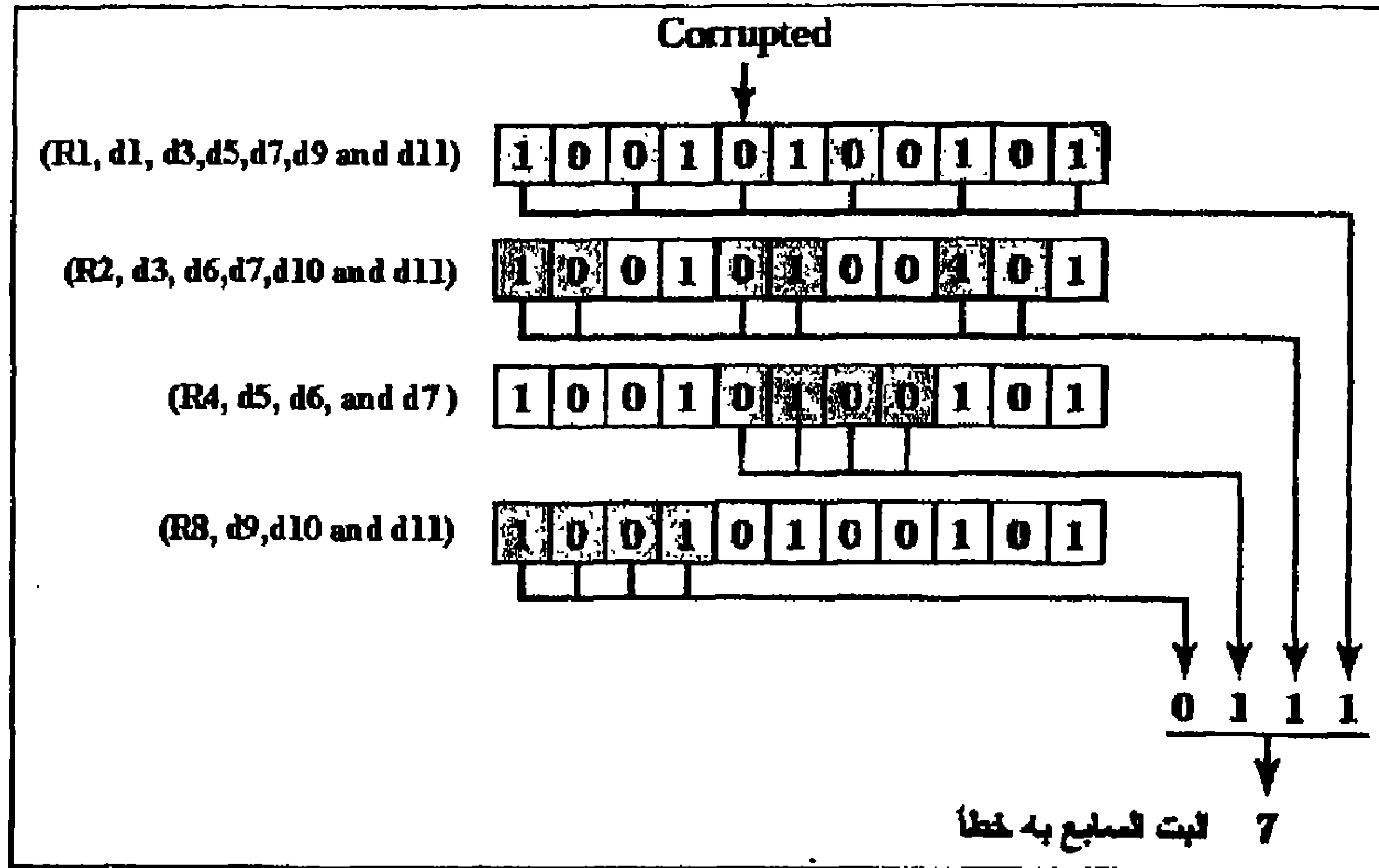
مثال12:

إذا علمت أن كتلة البيانات المستقبلة هي (10011100101) أوجد باستخدام تقنية Hamming code صحة هذه البيانات وقيمة البيانات الأصلية المرسلة

الحل:

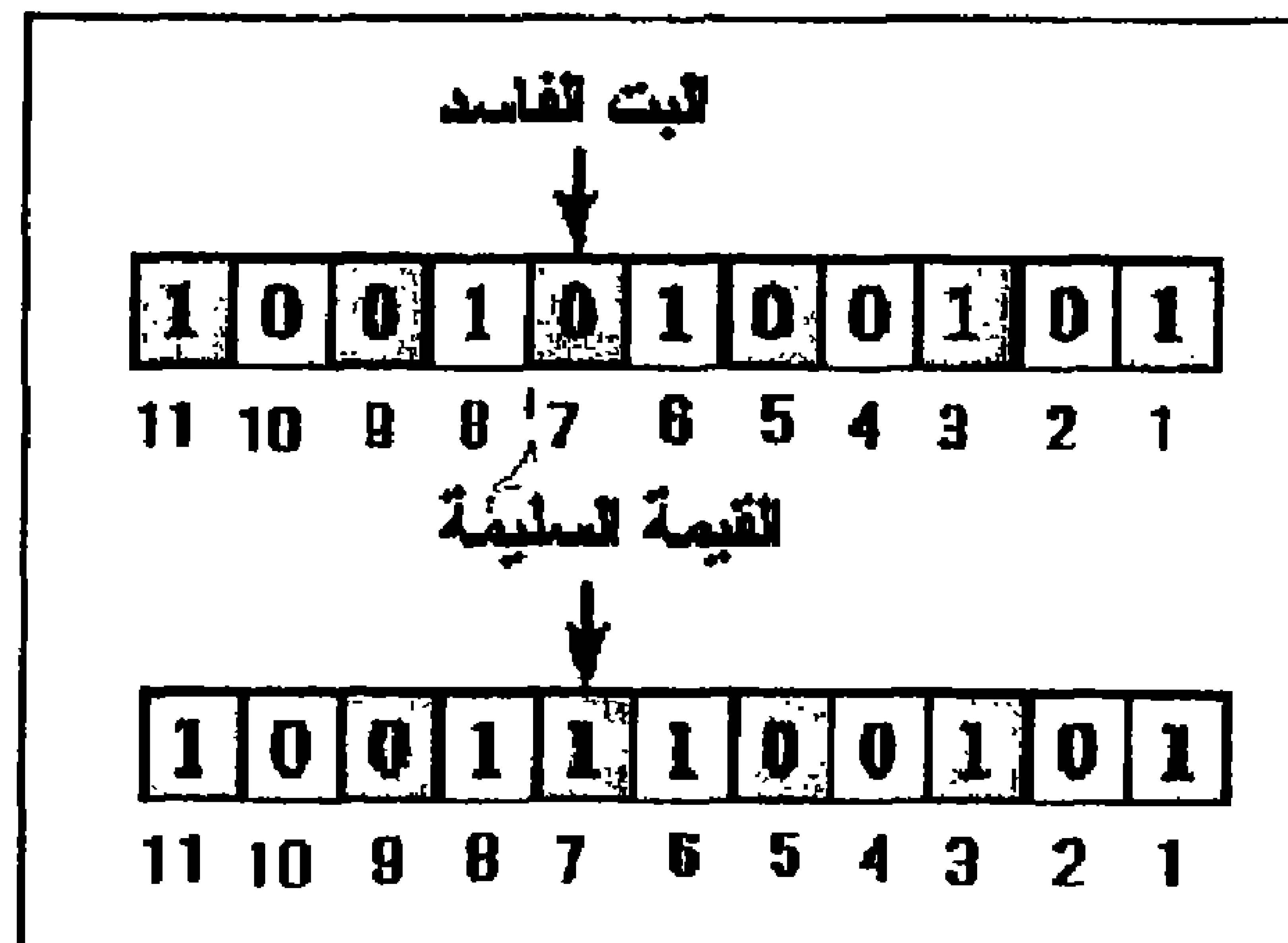
الشكل رقم 14 يوضح عملية حساب VRC للمجاميع التالية عند المستقبل

- (R1, d1, d3,d5,d7,d9 and d11)
- (R2, d3, d6,d7,d10 and d11)
- (R4, d5, d6, and d7)
- (R8, d9,d10 and d11)



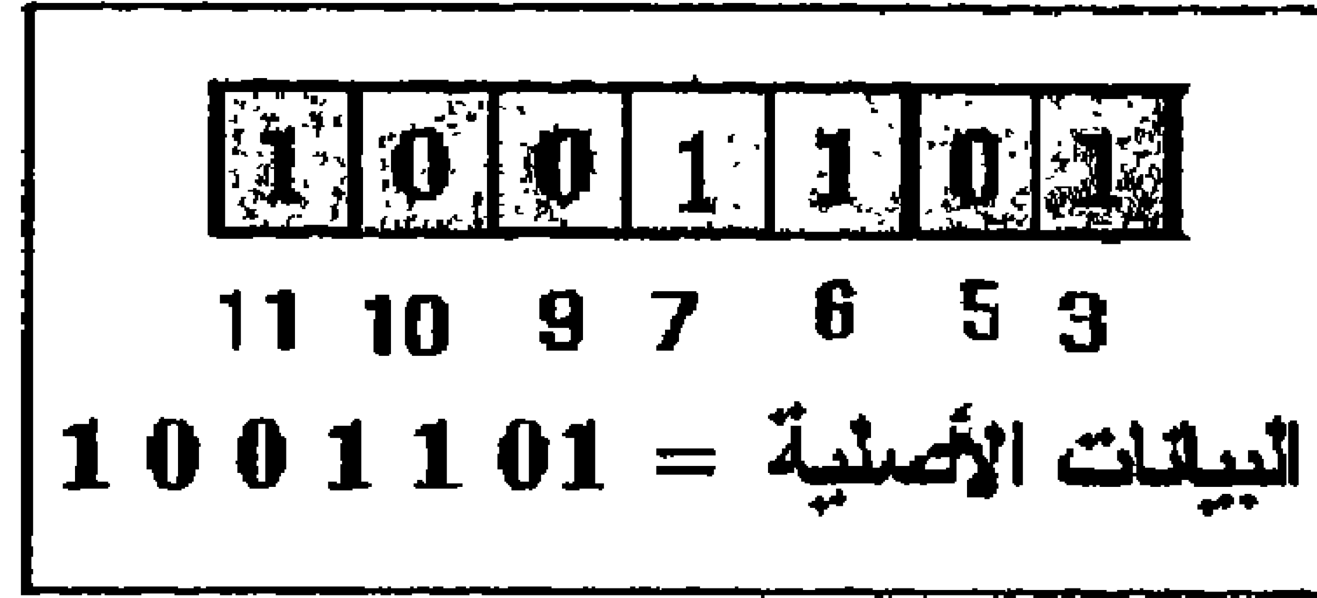
شكل 14 : عملية حساب VRC عند المستقبل

من الشكل رقم 14 يتبين أن البت السابع به خطأ ويتم تغيره من 0 إلى 1



حذف بتات الإسهاب من الأماكن رقم (1, 2, 4, and 8) بالتالي تكون البيانات الأصلية

هي:



EXERCISES

1) أوجد burst length في الرسالة المستقبلة التالية

الرسالة المرسلة

0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1

الرسالة المستقبلة

0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1

2) باستخدام جدول ASCII code وضح كيف يمكن إرسال الكلمة Good

a) باستخدام التماثل الزوجي even parity VRC

b) باستخدام التماثل الفردي odd-parity VRC

c) LRC

3) اختبر وجود الخطأ في وحدات البيانات التالية

a) transmitted : 1 1 1 0 1 1 0 0

received : 1 1 1 1 1 1 0 0

b) transmitted : 1 0 0 0 1 1 0 0

received : 1 1 1 1 1 1 0 0

c) transmitted : 1 1 1 0 1 1 0 1

received : 1 1 1 0 1 1 0 0

d) transmitted : 0 1 1 1 0 1 1 0

received : 1 1 1 1 1 1 0 0

أوجد طول الخطأ المتدفق burst length في كل حالة

4) أوجد عدد البتات التي يمكن أن تتأثر بالضوضاء (burst noise) إذا كانت فترة الضوضاء (burst noise duration = 2 msec) في كل من الحالات التالية

a) Data rate = 1500 bps

b) Data rate = 12000 bps

c) Data rate = 96000 bps

5) أشارة لها معدل تكرار (DR = 1 M bps) أحسب عدد bits التي يمكن أن تتأثر بالضوضاء في الحالات التالية

a) Burst noise duration = 1 msec

b) Burst noise duration = 10 msec

6) باستخدام even parity VRC أوجد parity bit لوحدات البيانات التالية

a) 1 0 0 1 0 1 1

b) 0 0 0 1 1 0 0

c) 1 0 0 0 0 0 0

d) 1 1 1 0 1 1 1

7) تم استقبال البيانات التالية : 0 1 1 0 1 0 1 1 . بفرض استخدام even-parity VRC هل البيانات المستقبلة سليمة ام غير سليمة ولماذا؟

8) المستقبل استقبل البيانات التالية : 0 1 1 1 0 1 0 1. بفرض استخدام ا odd-parity VRC هل البيانات المستقبلة سليمة ام غير سليمة ولماذا؟

9) أوجد LRC لوحدات البيانات التالية

a) 1 0 0 1 1 0 0 1

0 1 1 0 1 1 1 1(b

10) أوجد LRC لوحدات البيانات التالية

1 1 1 1 1 0 0 1(a

0 1 1 0 1 1 1 1(b

1 1 1 1 1 0 0 1(c

0 1 1 0 1 0 1 0(d

1 1 1 1 1 1 1 1(e

11) أختر الإجابة الصحيحة لما يأتي

a) عملية كشف الأخطاء تتم خلال .... لنموذج OSI

- Physical layer
- Data link layer
- Network layer
- Application layer

b) أي من التقنيات التالية لكشف الأخطاء تستخدم bit التماثل

- VRC
- LRC
- CRC
- Checksum

c) أي من التقنيات التالية لكشف الأخطاء تستخدم المتمم الأول

- VRC
- LRC
- CRC
- checksum

d) أي من التقنيات التالية لكشف الأخطاء تضيف bit إسهاب واحد فقط إلى البيانات الأصلية

- VRC
- LRC
- CRC
- Checksum

e) في تقنية الإسهاب الدوري Cyclic Redundancy check . CRC هو

- The divisor
- The quotient
- The dividend
- The remainder

f) في تقنية الإسهاب الدوري Cyclic Redundancy check . the divisor يكون the CRC ......

- The same size as
- One bit less than
- One bit more than
- Two bit more than

g) إذا كانت البيانات الأصلية هي 111111 و divisor = 1010 و remainder = 110 فأن dividend عند المستقبل يكون

- 111111011
- 111111110
- 1010110
- 110111111

h) أذا كانت البيانات الأصلية هي 111111 و divisor = 1010 و remainder = 110 فأن dividend عند المرسل يكون

- 111111000
- 1111110000
- 111111
- 111111010

i) إذا تم استخدام odd parity check في VRC فأن عدد الأصفار في وحدة البيانات (8 bits) يكون عدد

- Even
- Odd
- Indeterminate
- Nothing of the above

j) إذا تم استخدام even parity check في VRC فأن عدد الأصفار في وحدة البيانات (8 bits) يكون عدد

- Even
- Odd
- Indeterminate
- Nothing of the above

k) في حالة عدم وجود أخطاء فأن مجموع checksum والبيانات عند المستقبل تكون

- -0
- +0
- the complement of the checksum
- the complement of data

l) في حالة عدم وجود أخطاء فأن Remainder عند المستقبل يكون

- Equal to the remainder at the sender
- Zero
- Nonzero
- The quotient at the sender

m) في حالة استخدام CRC : Quotient عند sender يكون

- Become the dividend at the receiver
- Becomes the divisor at the receiver
- Is discarded
- Is the remainder

n) VRC تستخدم لكشف الأخطاء في:

- Odd number of errors
- Even number of errors
- both
- one-bit error

o) أي من طرق كشف الأخطاء التالية تستخدم Parity bit

- VRC
- LRC
- CRC
- VRC and LRC
- All

p) أى من طرق كشف الأخطاء التالية تستخدم لكشف single-bit error

- VRC
- LRC

- CRC
- All

q) أي من طرق كشف الأخطاء التالية تستخدم لكشف burst error

- VRC
- LRC
- CRC
- LRC and CRC

r) إذا كان عدد المجموعات 10و كل مجموعة تحتوي على 8 bits فان عدد بتات LRC يساوي

- 10
- 8
- 18
- 80

12) باستخدام ASCII code تم إرسال حرف G واستقبال حرف D . حدد البتات التي تم تغيرها ونوع الخطأ الحادث في الحرف المستقبل

13) أوجد CRC للبيانات التالية 10100111110 إذا كان divisor = 1011 . تأكد من الناتج

14) أوجد checksum للبيانات التالية

1001001110010011

1001100001001101

15) المرسل قام بإرسال 01110001 و المستقبل استقبل 01000001. إذا تم استخدام VRC . هل يمكن اكتشاف الخطأ

16) أوجد Hamming code للبيانات التالية 10011101

17) المستقبل استقبل البيانات التالية : 1100110011. عندما استخدم Hamming encoding algorithm عند المستقبل كان ناتج VRC 0101 . أي bit حدث فيه خطأ. ما هي البيانات الصحيحة

18) أذا علمت أن البيانات الأصلية هي : 10011101 .وأن التقنية المستخدمة في كشف وتحديد الأخطاء هي (Hamming code) . أوجد التالي

a) عدد bits الإضافية (number of redundancy bits)

b) إجمالي عدد bits في الإطار المرسل

c) توزيع bits الإضافية في الإطار المرسل (position of redundancy bits)

d) قيمة bits الإضافية (values of redundancy bits)

e) محتوي إطار البيانات عند جهاز الإرسال

19) أذا علمت أن البيانات الأصلية هي : 1 0 1 1 0 11 .وأن التقنية المستخدمة في كشف وتحديد الأخطاء هي (Hamming code) . أوجد التالي

a) عدد bits الإضافية (number of redundancy bits)

b) إجمالي عدد bits في الإطار المرسل

c) توزيع bits الإضافية في الإطار المرسل (position of redundancy bits)

d) قيمة bits الإضافية (values of redundancy bits)

e) محتوي إطار البيانات عند جهاز الإرسال

20) إذا علمت أن البيانات المستقبلة هي : 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 .وأن التقنية المستخدمة في كشف وتحديد الأخطاء هي (Hamming code) . أوجد التالي

a) هل الرسالة المستقبلة سليمة أم غير سليمة . إذا كانت الرسالة غير سليمة حدد موضع الخطأ

b) أوجد البيانات الأصلية المرسلة

الفصل التاسع
مهام طبقة الربط
التحكم في التدفق والأخطاء
DATA LINK CONTROL

9.1) مقدمة

في هذا الفصل سيتم دراسة ما يلي:

1) كيفية التأكد من دقة وسلامة البيانات المستقبلة
2) كيفية تحديد أي من الأجهزة المتصلة بالشبكة ستقوم باستقبال الإشارة
3) كيف يتم التأكد من أن المستقبل المعني بالرسالة جاهز وقادر على استقبال الإشارة
4) كيف يتم التحكم في منع جهاز آخر يعمل على الشبكة من إرسال معلومات في نفس الوقت مع الجهاز المعني بالإرسال

في الطبقة المادية (Physical Layer) لنموذج OSI تمت عملية الإرسال ولكن لم يتم بعد عملية الاتصال والتي تشتمل على الاستقبال والتحكم في السريان مع اكتشاف الأعطال وتصحيحها.

في حالة Half-Duplex يقوم جهاز واحد فقط بعملية الإرسال في كل لحظة (at each time) اذا كان طرفي الرابط يضعان الإشارة على الرابط في نفس الوقت فانه سيحدث تصادم للبيانات (Collide) ولا يكون هناك إشارة ولكن يوجد ضوضاء (leaving nothing on the line but not noise) . تنظيم الإرسال في حالة Half-Duplex يسمي بعملية انضباط أو انتظام العمل على الرابط (Line discipline) التي هي أحد المهام الرئيسية لطبقة ربط البيانات (data Link Layer)

بالإضافة إلى مهمة تنظيم العمل على الرابط (Line Discipline) فأن طبقة ربط البيانات (Data Link Layer) تقوم بمهمة التحكم في التدفق (Flow Control) ومهمة التحكم في الأخطاء (Error Control)

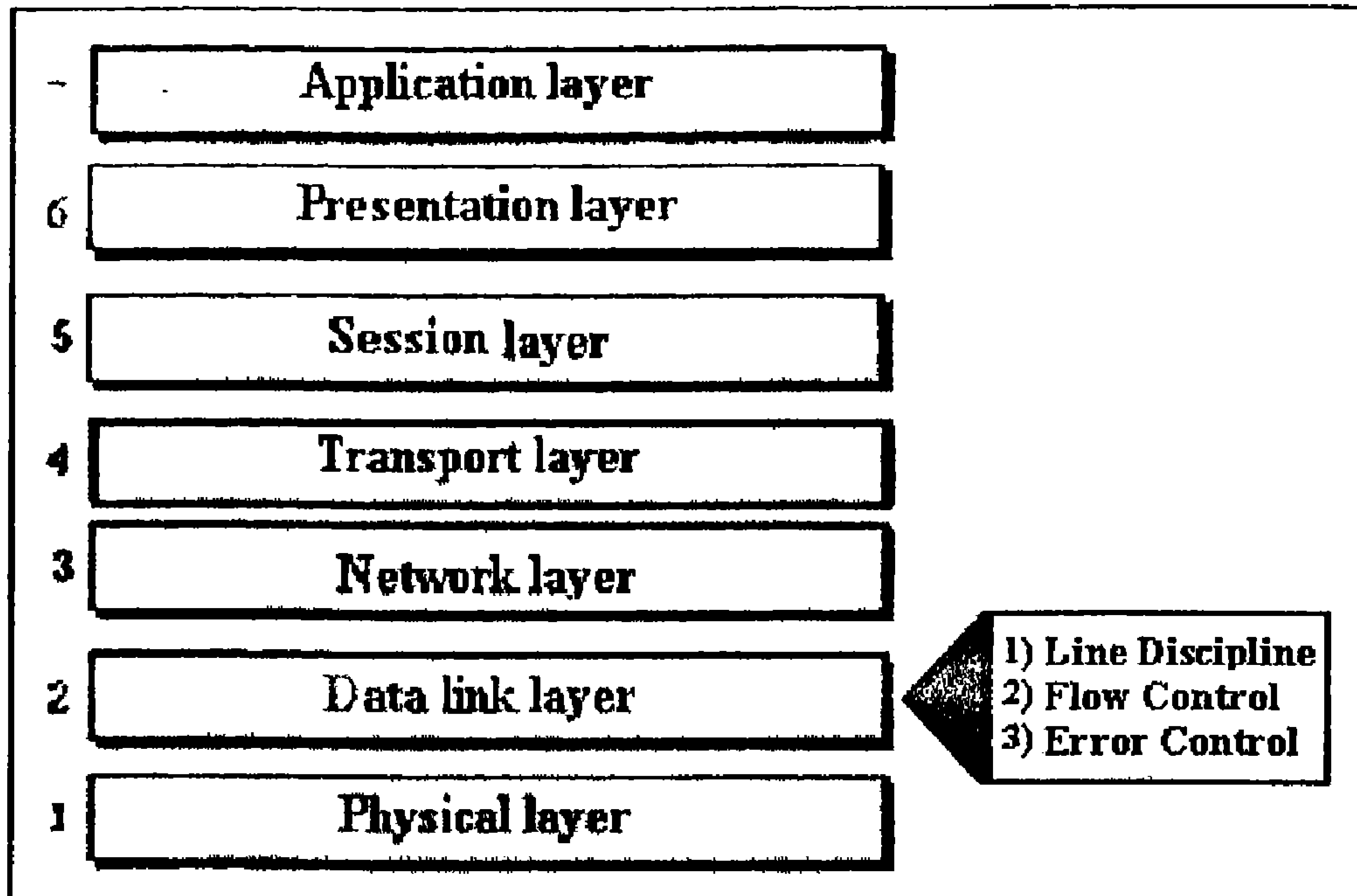
عملية اكتشاف الأخطاء وتصليحها تمت مناقشته في الفصل الثامن والخاص بتقنيات اكتشاف الأخطاء وإصلاحها (Error Detection and Correction)

انضباط المسار (Line discipline): تعني تنظيم العمل على الرابط. أي هي عملية تحديد الجهاز الذي يجب أن يرسل الآن، وإلى أين سيرسل.

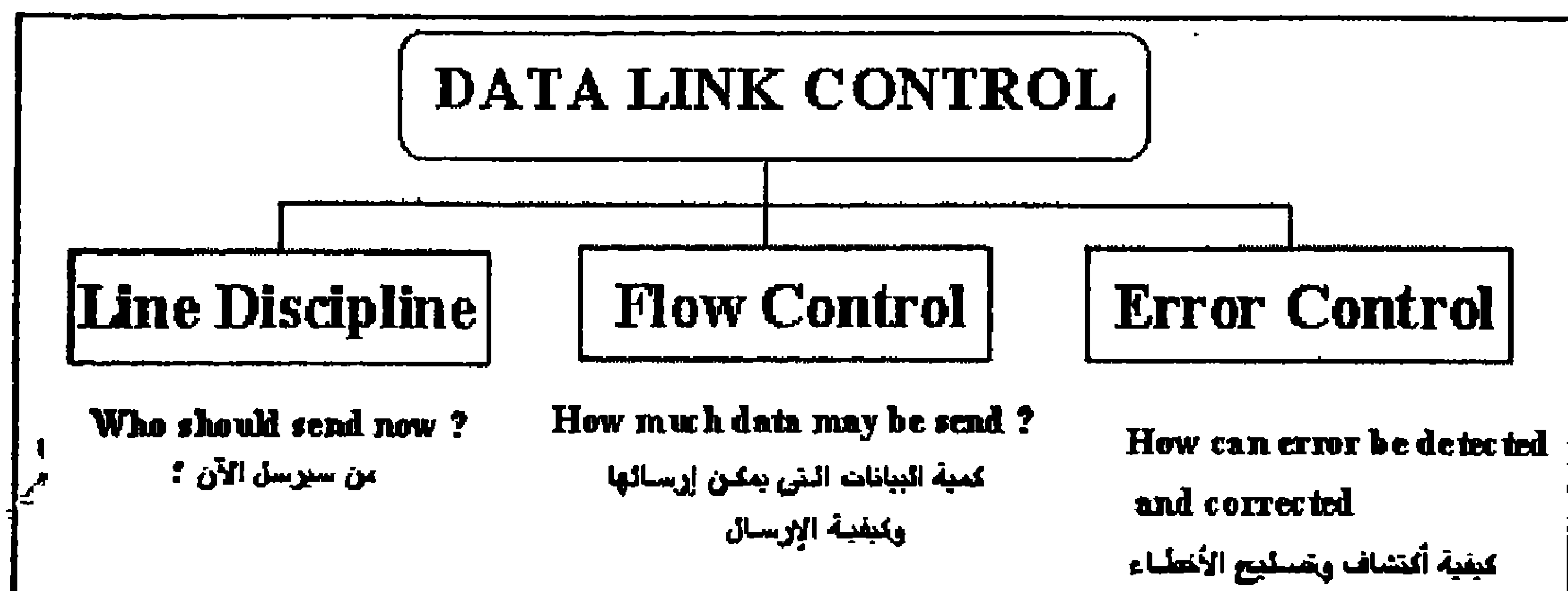
التحكم في التدفق (Flow Control): تعني بتحديد حجم البيانات المراد. إرسالها قبل استقبال رسالة إقرار والتي يتم إرسالها بواسطة المستقبل

التحكم في الأخطاء (Error Control): تعني عملية اكتشاف الخطأ وإصلاحه. هذه العملية تسمح للمستقبل أن يخبر المرسل بإطار البيانات المفقود أو الغير صحيح وتنظيم عملية إعادة إرسال إطارات البيانات المفقودة أو الغير صحيحة

الشكل رقم 1 يوضح طبقات OSI model ومهام طبقة الربط Data link layer. الشكل رقم 2 يوضح مهام طبقة الربط



شكل 1 : طبقات OSI model ومهام طبقة الربط Data link layer



شكل 2 : مهام طبقة الربط

9.2) تنظيم الإرسال على الرابط (انضباط المسار) LINE DISCIPLINE

لا يمكن إرسال الرسائل أو البيانات حتى يتم التأكد أولا من أن المستقبل المعنى بالرسالة يعمل وجاهز لاستقبال الرسالة. حيث أنه من غير البديهي إرسال رسالة إلى جهاز لا يعمل أو غير جاهز للعمل. لذلك يجب أن يكون هناك رسالة استعلام (enquiry) ترسل قبل الرسالة المراد إرسالها للسؤال عن أهلية المستقبل للاستقبال. إذا كان المستقبل المعني جاهزا فأنه يرسل رسالة أقرار (Acknowledgment- ACK) إلى المرسل لإخباره أنه مستعد لاستقبال الرسالة.

بصورة عامة فأن عملية Line Discipline تعني عملية تنظيم عملية الإرسال وتحديد الجهاز الذي يمكنه الإرسال ومدي أهلية المستقبل لاستقبال الرسالة

لماذا عملية الاستعلام (enquiry)

تنفذ عملية الاستعلام (enquiry) لعدم إشغال الرابط برسائل مرسلة إلى أجهزة لا تعمل أو غير مستعدة لاستقبال الرسائل وبالتالي لا يضيع المرسل وقته في إرسال معلومات لن تصل إلى المستقبل أو يحدث لها تداخل مع معلومات أخري على الرابط

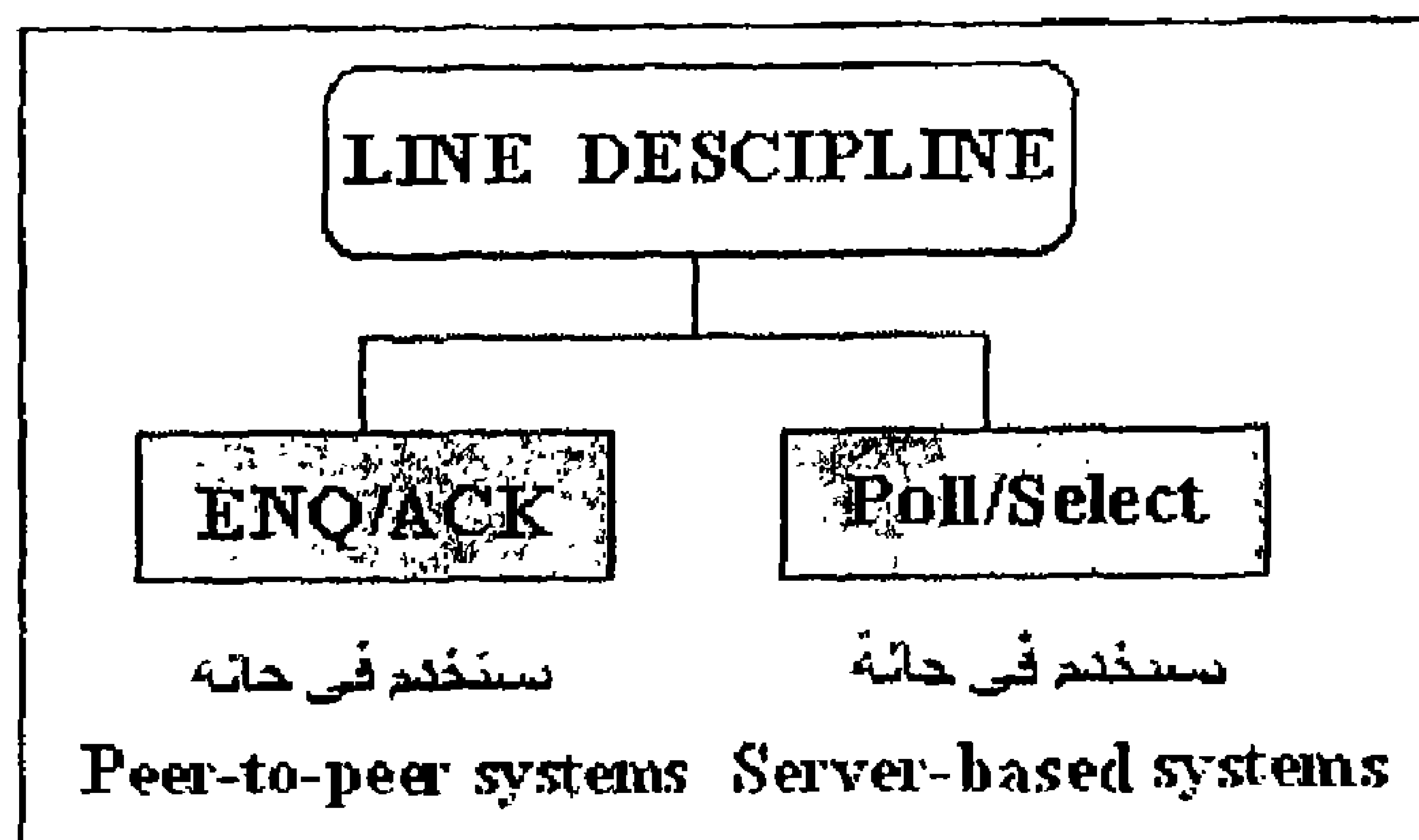
طرق انضباط المسار

هناك طريقتان لتنظيم وانضباط عملية الإرسال على الرابط (Line Discipline) هما :

1) طريقة استعلام / إقرار Enquiry / Acknowledgment (ENQ/ACK): تستخدم مع أنظمة peer-to-peer

2) سحب / اختيار Poll / Select : تستخدم مع أنظمة Server-based (primary/secondary)

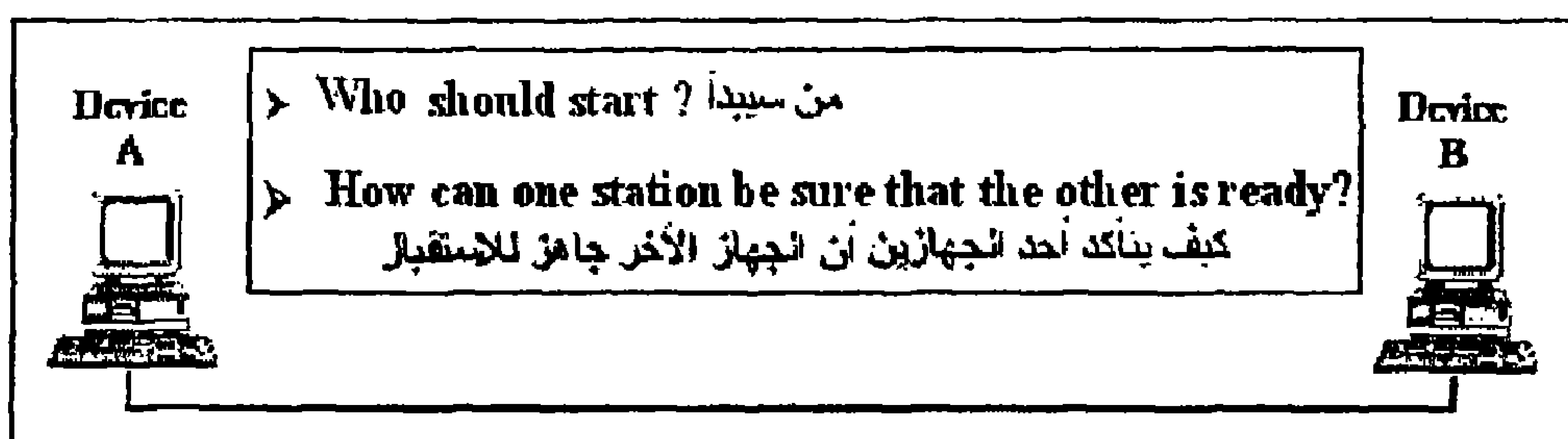
الشكل رقم 3 يوضح طرق Line Discipline



شكل 3 : طرق Line Discipline

ENQ/ACK Method (9.2.1

تستخدم هذه الطريقة مع أنظمة peer-to-peer . تستخدم أساسا في الأنظمة التي لا يكون هناك سؤال عن المستقبل الذي استلم الرسالة بطريق الخطأ أي عندما يكون هناك خط محجوز (dedicated line) بين جهازين أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال. الشكل رقم 4 يوضح مفهوم ENQ/ACK



شكل 4: مفهوم ENQ/ACK

عملية ENQ/ACK تحدد أي جهاز يمكنه بدء عملية الإرسال وهل الجهاز الآخر المعني بالاستقبال جاهز وقادر على الاستقبال (Enabled and ready). استخدام ENQ/ACK يمكن من بداية المحادثة بين جهازين على الرابط في حالة إذا كانت درجة البداية للجهازين متساوية. مثال لذلك لا يستطيع printer بداية الأتصال مع CPU .

في كل من Half-duplex and Full-duplex systems الجهاز البادئ (initiator) هو الذي ينشأ المحادثة (establishing session)

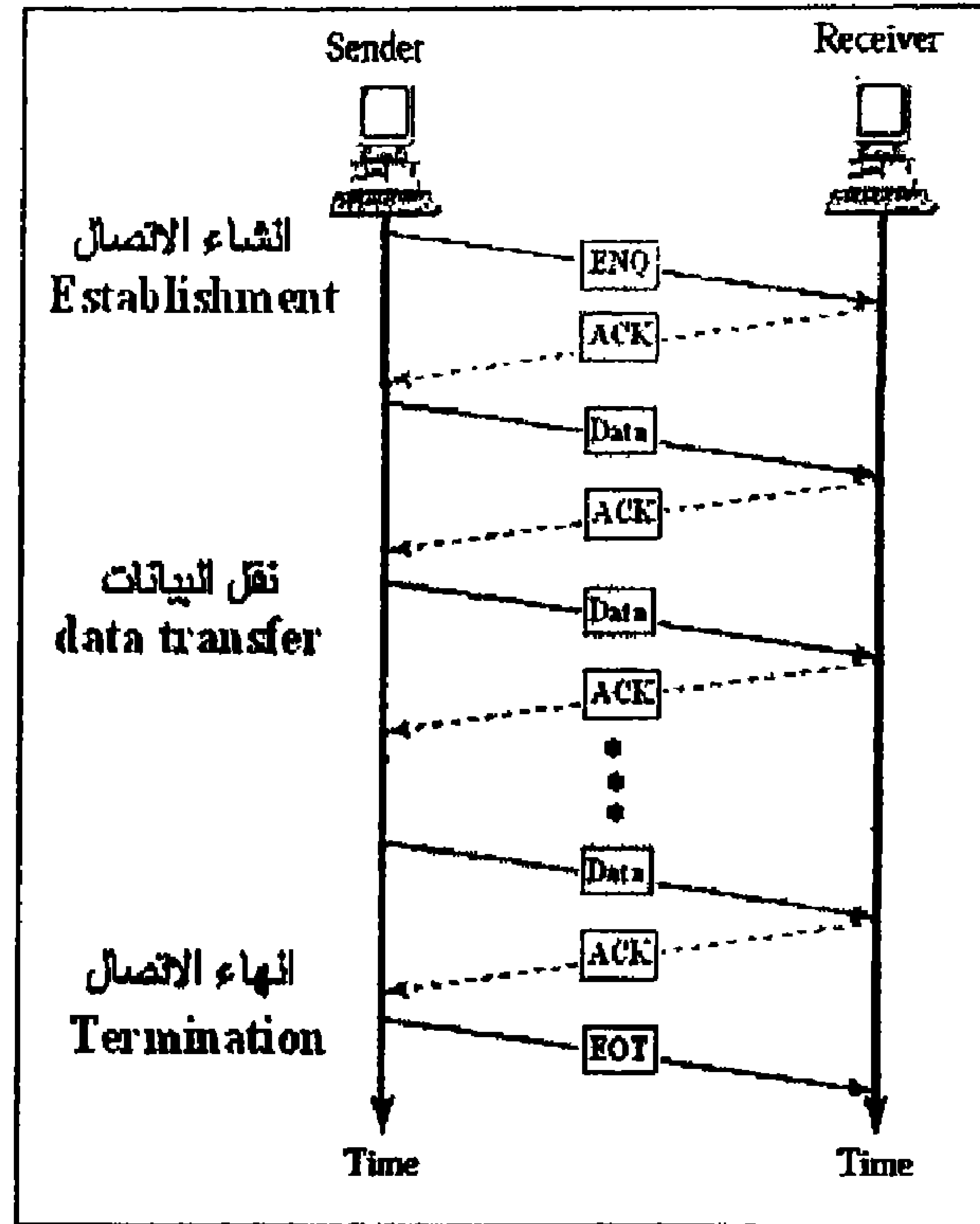
في حالة Half-duplex systems يقوم initiator بإرسال بياناته حيث يكون الجهاز الآخر (responder) في حالة انتظار . يبدأ responder في الدخول على الرابط عندما ينتهي initiator من إرسال البيانات أو يطلب منه الإجابة .

في حالة Full-duplex system يستطيع كل من initiator and responder الإرسال في نفس الوقت بمجرد بداية المحادثة (session has been established)

طريقة عمل ENQ/ACK

1) يقوم initiator بإرسال إطار (frame) يسمى (an enquiry-ENQ) للسؤال عن استعداد المستقبل لاستقبال البيانات
2) يقوم المستقبل بالرد أما بالإقرار الايجابي (ACK) وإرسال أطار يفيد ذلك أو إرسال إطار إقرار سلبي (Negative Acknowledgment- NAK) يفيد أنه غير مستعدا لأستقبل الرسائل
3) إذا لم يستلم المرسل (ACK) أو (NAK) في خلال فترة زمنية محددة سيفترض المرسل أن إطار ENQ قد فقد وسيقوم بإرسال إطار ENQ بديل
4) نظام الابتداء (initiating system) عادة يعمل ثلاث محاولات (three attempts) لإنشاء الرابط
5) إذا كان الرد إقرار سلبي لثلاث محاولات فسيتم فصل الاتصال ثم يكرر نفس العملية في وقت آخر
6) إذا كان الرد ايجابي سيقوم initiator بإرسال البيانات
7) بمجرد إرسال كل البيانات سيقوم نظام الإرسال (sending system) بإنهاء الإرسال وذلك بإرسال إطار (End Of Transmission-EOT)

الشكل رقم 5 يوضح طريقة عمل ENQ/ACK



شكل 5: طريقة عمل ENQ/ACK

Poll/Select Method (9.2.2

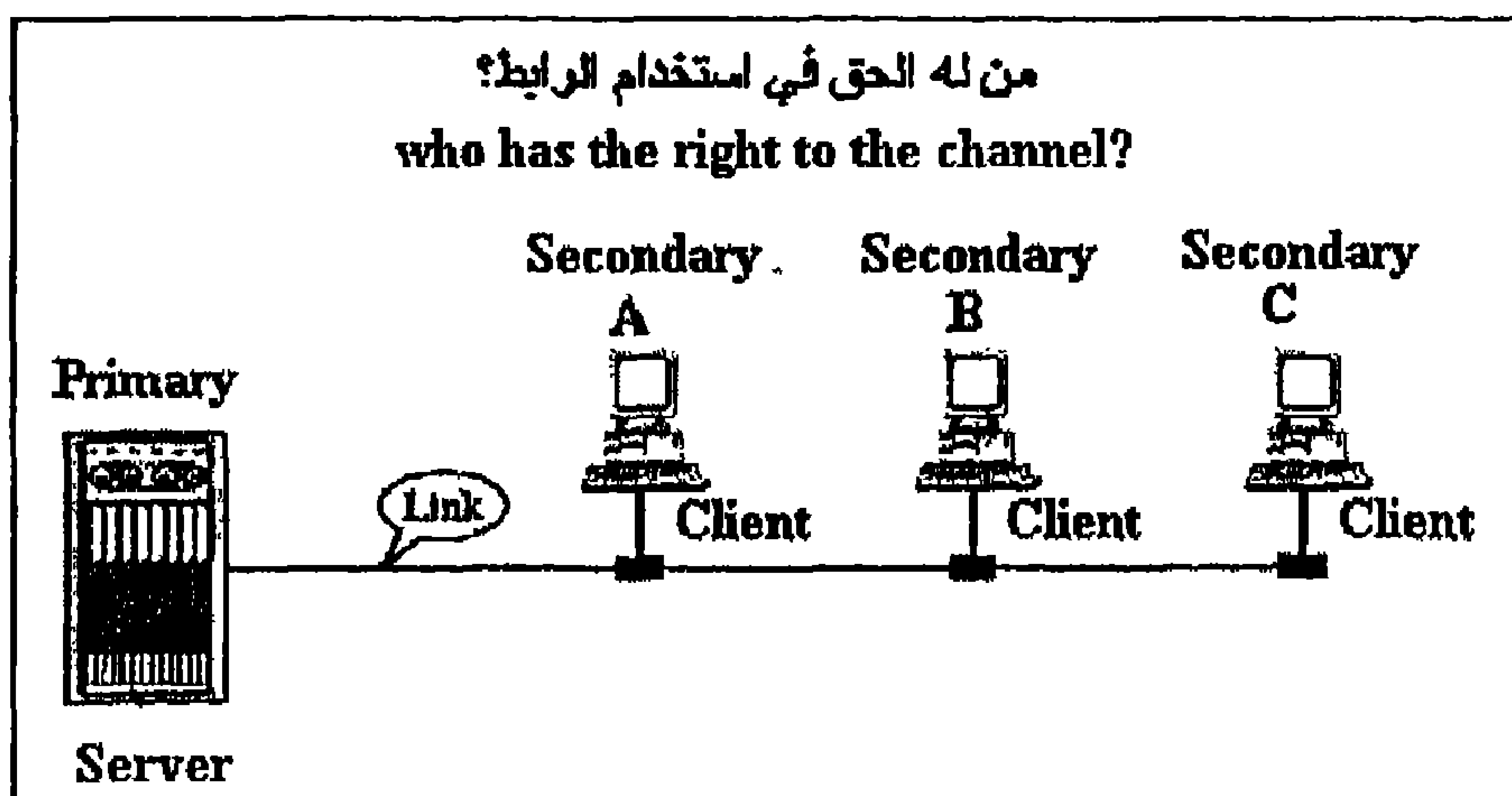
تستخدم هذه الطريقة مع أنظمة server-based حيث أن جهاز server أو primary يكون دائما initiator وعدد آخر من الأجهزة clients . يمكن اعتبار أن هذه الطريقة تستخدم مع multipoint configuration وذلك بعكس الطريقة السابقة (ENQ/ACK method) والتي تستخدم مع point-to-point configuration.

السؤال الذي يتم طرحه في هذه الطريقة هو هل client جاهز؟ وأي من clients له حق استخدام الرابط ؟

طريقة العمل

- حيث أنه يوجد رابط واحد فقط فستكون جميع عمليات الاتصال بين طرفين أحدهما هو primary (server)
- يتحكم جهاز primary في الرابط وسيتبع جميع clients تعليماته
- يحدد primary أي client له السماحية لاستخدام الرابط في الوقت المحدد وذلك من خلال العنونة **(Addressing)**
- سيكون Primary هو البادئ للمحادثة
- إذا أراد primary استلام بيانات سيسأل أجهزة clients إذا كان لديها أي شئ للإرسال وتسمى هذه العملية **Polling**
- إذا أراد primary إرسال بيانات سيخبر أحد client المعنية بالاستقبال للاستعداد لاستلام الرسالة وتسمى هذه العملية **Selecting**

الشكل رقم 6 يوضح عملية Poll/Select



شكل 6: عملية Poll/Select

a) العنونة Addressing

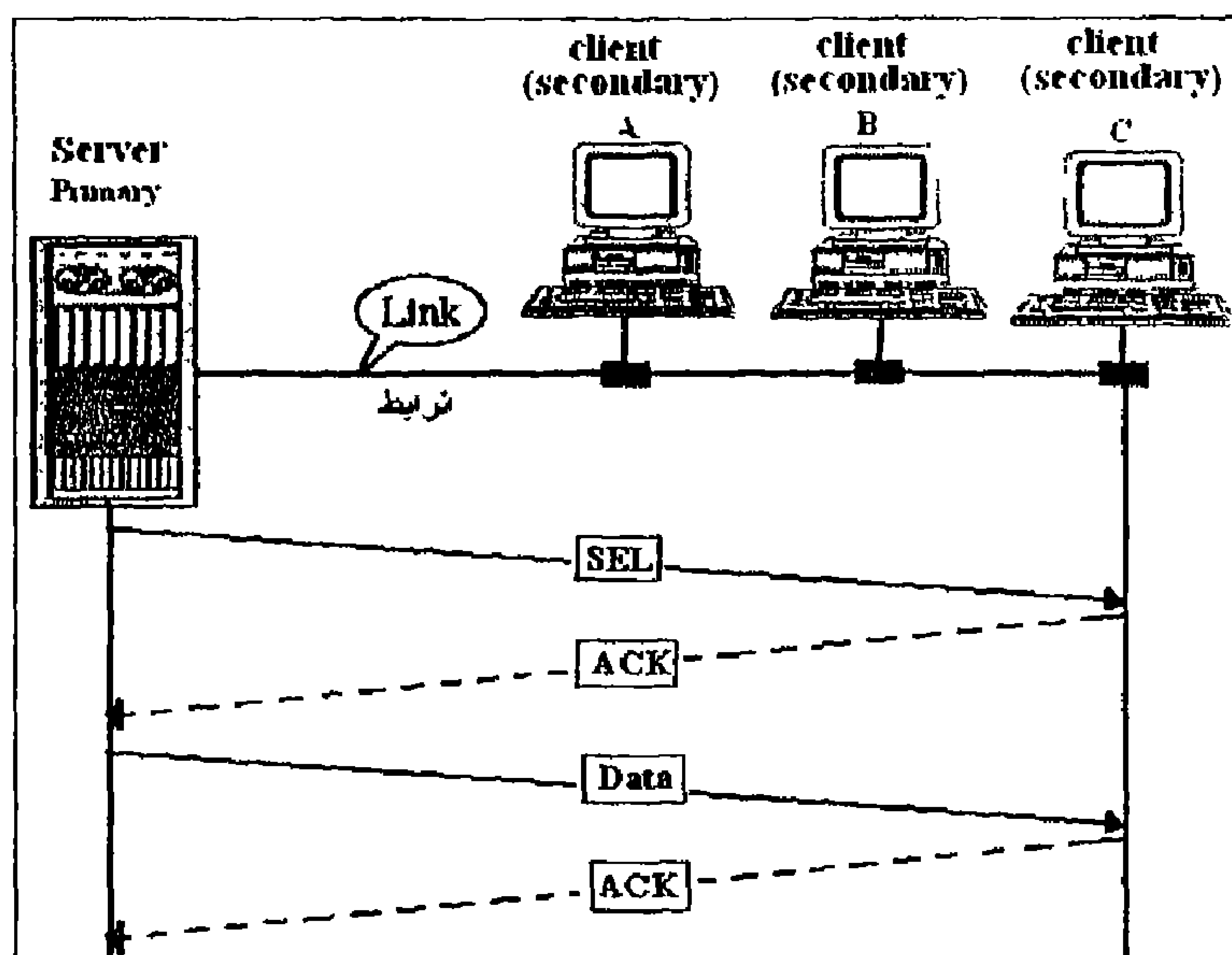
لتحديد أي من الأجهزة الفرعية (clients) سيعمل مع primary يجب أن يكون هناك عنوان لكل جهاز فرعي (client) . عملية العنونة غير موجودة في الطريقة السابقة (ENQ/ACK method) لأن هناك جهازين فقط على الرابط (point-to-point configuration) أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال.

بروتوكول Poll/select يجب أن يحدد عنوان client الذي سيقوم باستقبال الرسالة وذلك في حالة الإرسال من primary إلى client أو عنوان client الذي سيرسل بياناته إلى primary . يحدد العنوان في جزء معين من كل أطار

b) الاختيار Select

عملية select تستخدم عندما يكون primary لديه شئ يريد إرساله. سيحدد في الإطار عنوان client وبالتالي سيتم اختيار أحد client للتعامل مع primary والذي سينتظر الرد من هذا client أي أنه قبل أن يقوم primary بإرسال البيانات يقوم بإرسال إطار select (SEL) يحتوى أحد مجالاته على عنوان client . الشكل رقم 7 يوضح عملية Select

- حيث أننا لدينا في هذه الطريقة شبكة multipoint فسيرى كل الأجهزة الفرعية إطار SEL وذلك لوجود رابط واحد لكل الأجهزة
- الجهاز الذي عنوانه متفق مع العنوان الموجود في إطار SEL سيقوم باستقبال الإطار.
- البيانات الموجودة في إطار SEL تحتوي على إعلام بوجود بيانات ستأتي بعد ذلك
- إذا كان الجهاز المعني بالاستقبال مستعدا للاستقبال فأنه سيرسل إطار ACK إلى primary الذي سيقوم بدوره بإرسال إطارات بالبيانات المراد إرسالها



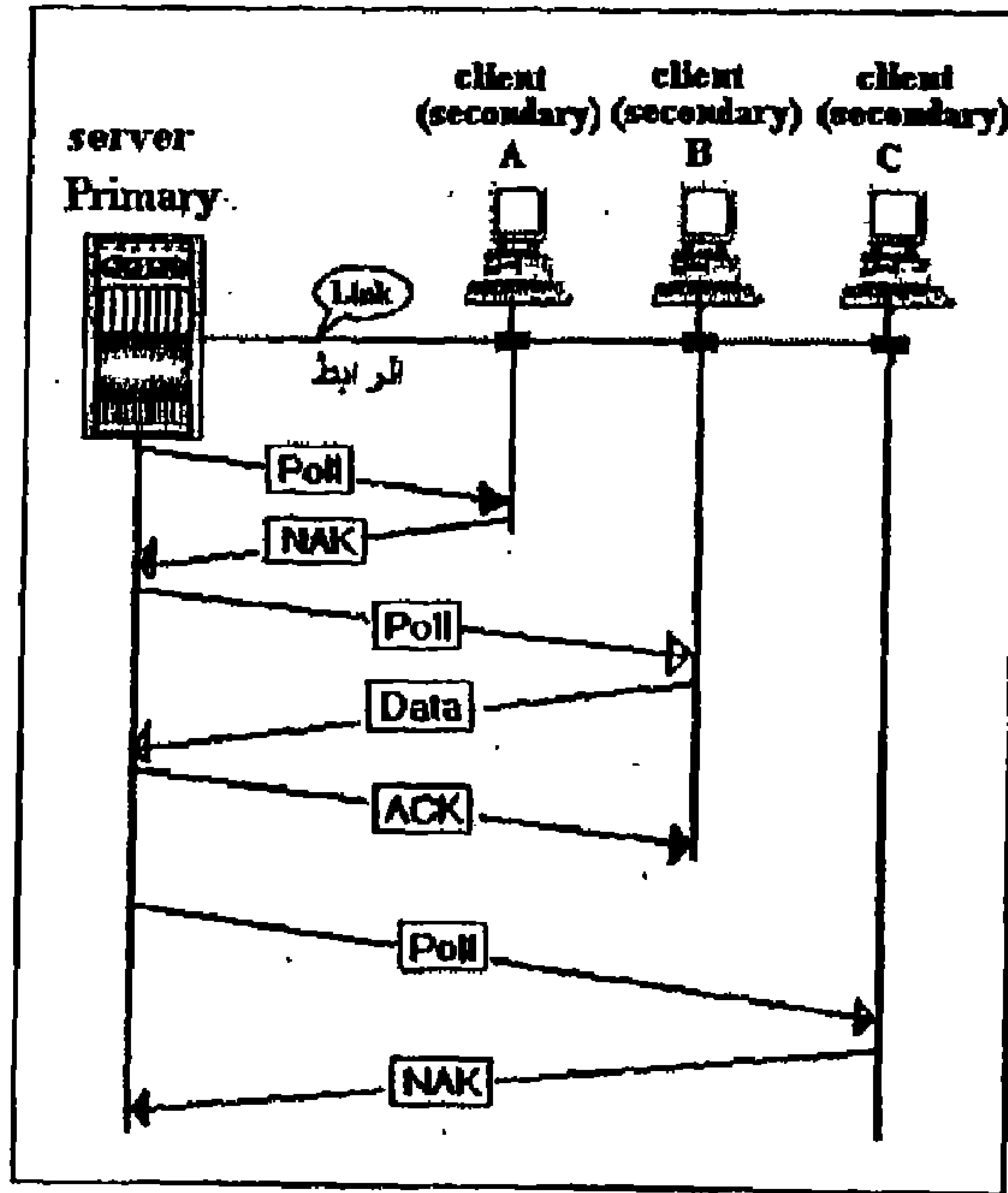
شكل 7: عملية Select

c) السحب Poll

عملية poll تستخدم بواسطة primary لحث (solicit) أحد الأجهزة الفرعية (clients) لإرسال البيانات التي لديها. لن يسمح للجهاز الفرعي (client) بإرسال معلومات إذا لم يسأل عن إرسالها. بواسطة احتفاظ primary بالتحكم في الرابط فلن يسمح لأكثر من جهاز بإرسال بيانات في نفس الوقت. الشكل رقم 8 يوضح عملية Poll

- عندما يكون primary جاهز لاستقبال بيانات سيقوم بإرسال Poll بالتتابع إلى كل client للسؤال عما إذا كان لديه شي يريد إرساله
- الجهاز الأول سيقوم بإرسال إطار إقرار سلبي إذا لم يكن لديه شي للإرسال أو إرسال إطار بيانات إذا كان لدية ما يرسله
- إذا كان إقرار الجهاز الأول سلبي وذلك بإرسال إطار إقرار سلبي سيتم عمل Polling للجهاز الثاني بنفس الطريقة السابقة
- إذا كان الرد إقرار ايجابي (إرسال إطارات بيانات) سيقرأ primary الإطار وسيقوم بإعادة إطار إقرار (ACK) لتأكيد الاستلام

- يمكن للجهاز الفرعي (client) من إرسال إطارات بيانات متتابعة أو الانتظار بعد كل إطار لاستلام ACK من primary قبل إرسال الإطار التالي تبعا للبروتوكول المستخدم
- يوجد طريقتان لإنهاء تبادل البيانات: إما أن يقوم الجهاز الفرعي (client) بإرسال بياناته تنتهي بإطار (EOT) أو يقوم primary بإنهاء الاتصال (Time is up)
- بمجرد انتهاء الجهاز الفرعي (client) من الإرسال سينقل Polling إلى الجهاز الذي يليه



شكل 8: عملية Poll

9.3) التحكم في تدفق البيانات FLOW CONTROL

التحكم في التدفق (Flow control) يرمز إلى مجموعة من الخطوات التي تستخدم لتحديد كمية البيانات التي يستطيع sender أن يقوم بإرسالها قبل انتظار الإقرار (acknowledgment). في معظم البروتوكولات يكون التحكم في التدفق عبارة عن

مجموعة من الخطوات (Procedures) التي تخبر المرسل بكمية البيانات التي يستطيع إرسالها قبل انتظاره لإطار الإقرار (ACK) من المستقبل.

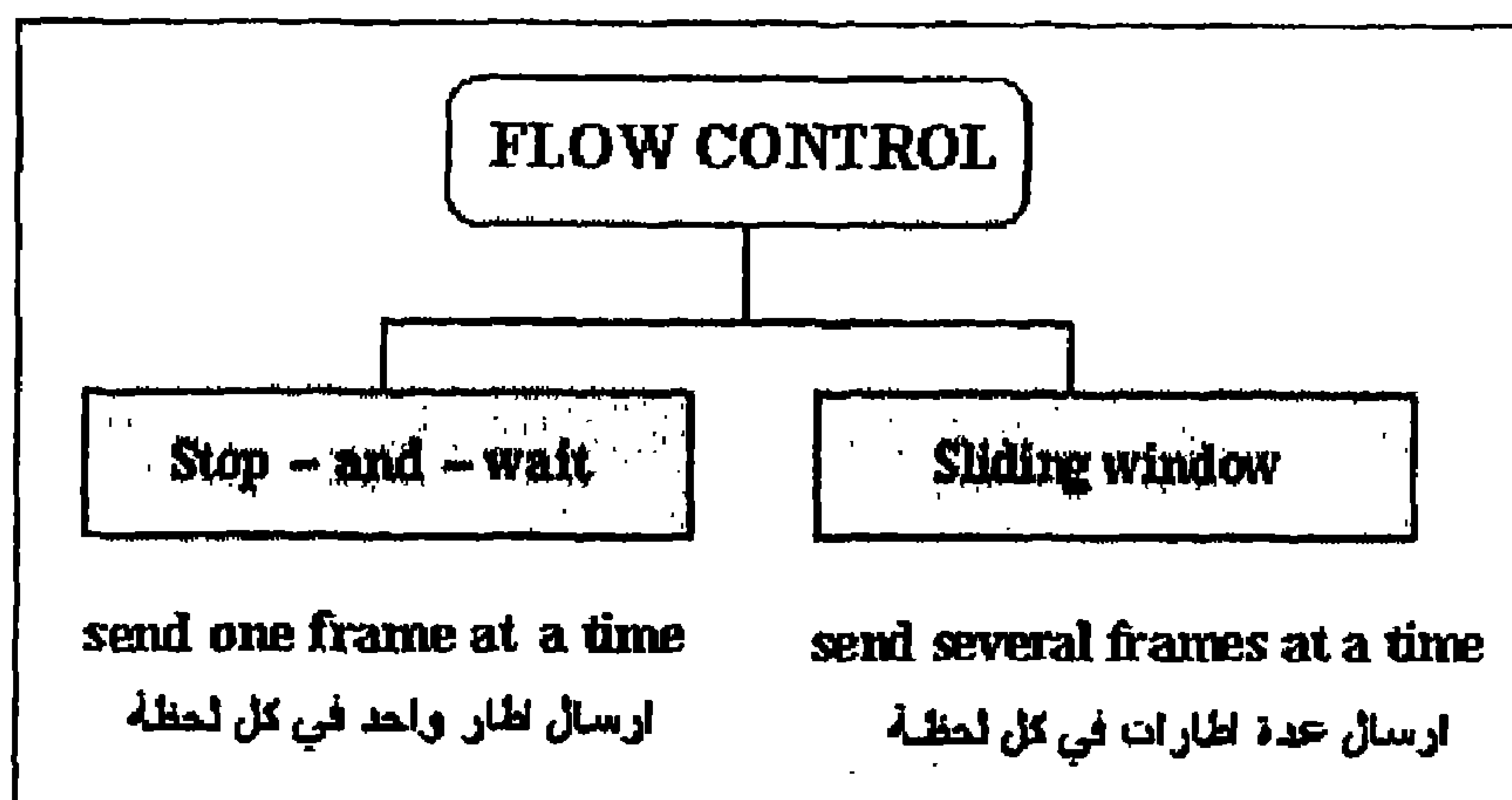
البيانات المستقبلة يجب أن تختبر وتعالج قبل استخدامها. عادة ما يكون معدل المعالجات داخل جهاز الاستقبال أقل من معدل إرسال البيانات ولهذا السبب يحتوى كل جهاز استقبال على ذاكرة تسمى Buffer يتم تخزين البيانات فيها حتى يتم معالجتها وإذا امتلئ Buffer فسيتم إخبار المرسل بذلك لوقف الإرسال حتى ينتهي المستقبل من معالجة البيانات

يوجد طريقتان للتحكم في التدفق خلال الرابط هما

a) Stop-and-Wait التوقف والانتظار

b) Sliding Windows الشبابيك المزحلقة

الشكل رقم 9 يوضح طرق التحكم في التدفق



شكل 9 : طرق التحكم في التدفق

9.3.1) Stop-and-Wait Method

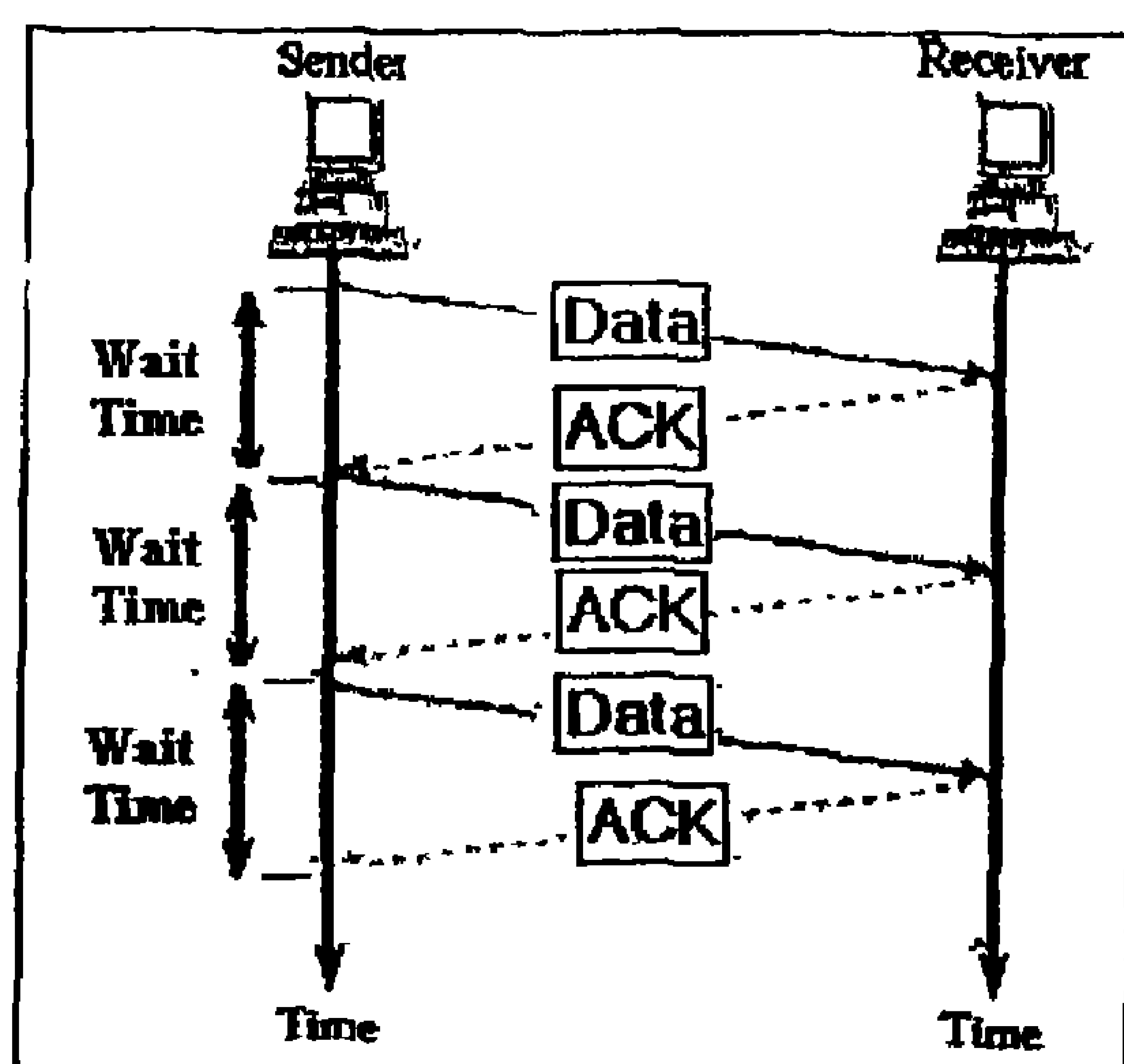
في هذه الطريقة سينتظر المرسل لاستلام إطار الإقرار (ACK) المرسل من المستقبل بعد إرسال كل إطار بيانات. هذه العملية تتم بالتتابع (sending a frame and wait) حتى يتم إنهاء الإرسال من خلال إرسال إطار EOT.

تمتاز هذه الطريقة بالبساطة حيث أن كل إطار سيتم اختباره بواسطة المستقبل وسيقوم المستقبل بإرسال إقرار للمرسل قبل أن يرسل إطار البيانات التالي

من عيوب هذه الطريقة: 1) عدم الكفاءة حيث أنها بطيئة فإذا كان المسافة بين الجهازين كبير فسيكون هناك زمن طويل لانتظار ورود الإقرار بين كل إطارين للبيانات.

2) سيحمل الرابط بإطار واحد فقط في كل لحظة إرسال

عادة يحتوى الإطار على رقم 0 أو 1 للدلالة على رقم الإطار. الوقت بين إرسال الإطار والإقرار يعتمد على فترة انتشار (propagation) البيانات ذهابا وإيابا. الشكل رقم 10 يوضح عملية stop-and-wait



شكل 10: عملية stop-and-wait

Sliding Window (9.3.2

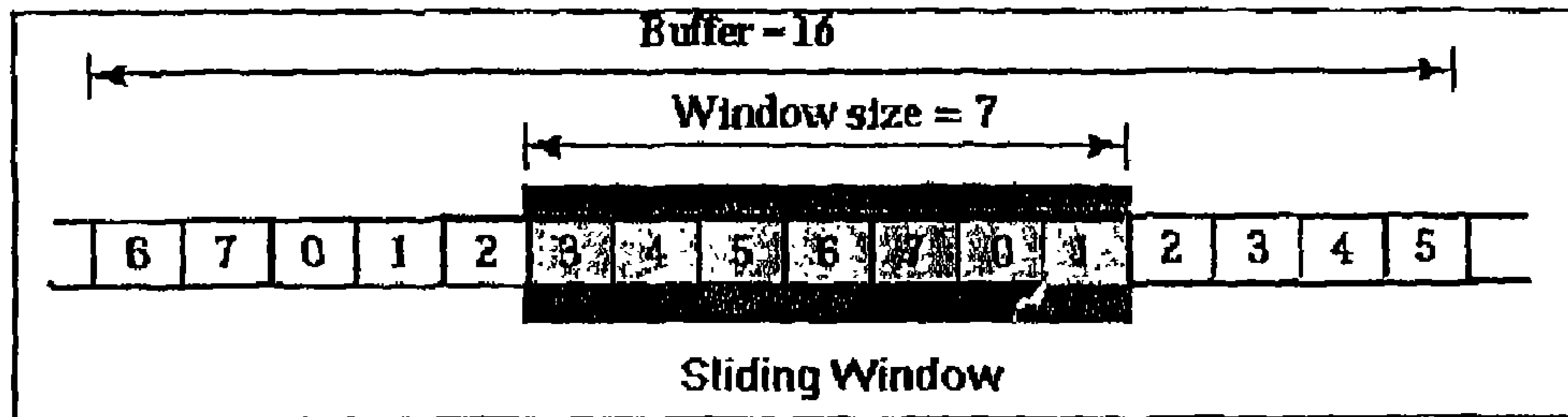
في هذه الطريقة سيتم إرسال مجموعة من إطارات البيانات قبل الحاجة إلى إرسال الإقرار. سيحمل الرابط بأكثر من إطار للبيانات في المرة الواحدة وذلك بعكس الطريقة السابقة (stop and wait method) حيث سيكون الرابط محمل بإطار واحد فقط. في هذه الطريقة سيتم استلام إقرار (ACK) لمجموعة من الإطارات

Sliding Window (SW) يرمز إلى صناديق وهمية تحتوي على الإطارات المرسلة قبل الحاجة إلى الإقرار. يمكن أن يكون الإقرار بعد أي عدد من الإطارات وليس شرطا أن يمتلئ Windows أولا ثم يتم الإقرار. لمعرفة عدد الإطارات المستقبلة ورقم الإطار التالي سيقوم المستقبل بإرسال إقرار يحتوي على رقم الإطار التالي. فمثلا إذا استلم المستقبل الإطارات رقم 0 و 1 و 2و 3 و 4 فسيرسل رقم 5 مع الإقرار لأعلام المرسل أن يبدأ الإرسال التالي بدءا من الإطار رقم 5.

SW تقدم مخطط تعريفي يعتمد على حجم Windows. ترقم الإطارات من 0 إلى (n – 1) . فمثلا إذا كان لدينا 8 إطارات فسيكون أرقامهم (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1,...) .

حجم Windows هو (n – 1) ويساوي 7 في المثال السابق. بعبارة أخري لن يغطي Window كل module (8 إطارات) أي سيغطي (one frame less) . عندما يرسل المستقبل الإقرار (ACK) سيرسل رقم الإطار التالي والمتوقع استقباله بعد ذلك، فمثلا إذا استقبل عدد من الإطارات تنتهي برقم 4 فسيرسل المستقبل إقرار يحتوي على رقم 5 لبيان أنه يريد إرسال الإطار رقم 5 في المرحلة التالية

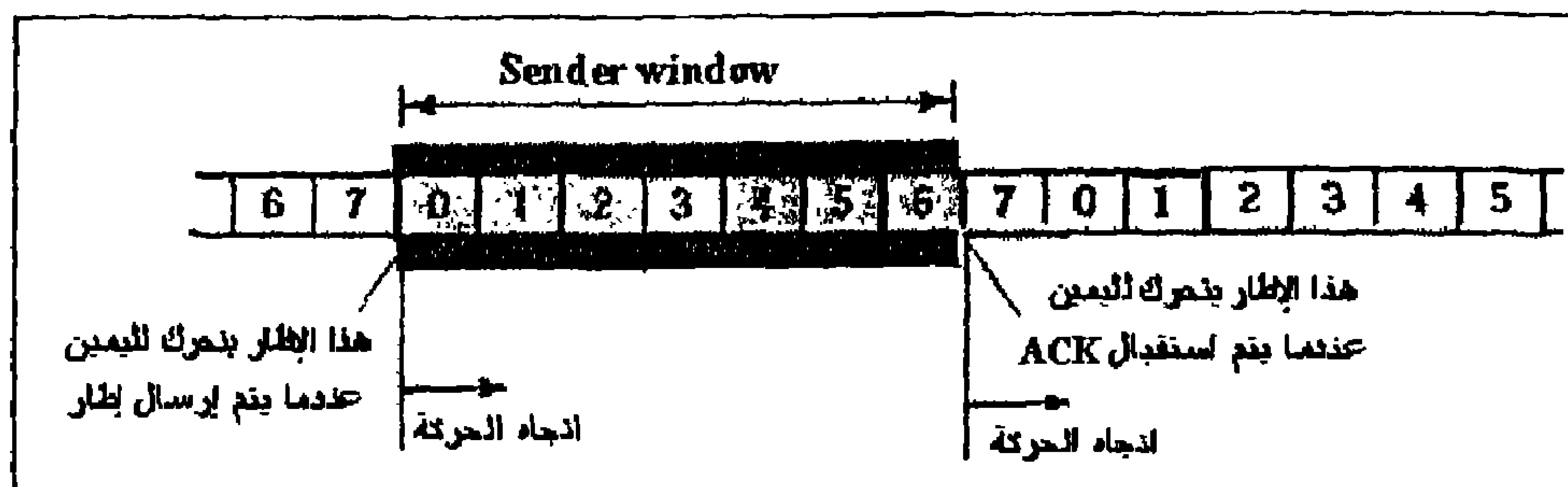
حيث أن Window يحمل بعدد (n – 1) من الإطارات فسيكون أقصى عدد من الإطارات يمكن إرسالها قبل الإقرار هو (n – 1). الشكل رقم 11 يوضح العلاقة بين Window and main buffer



شكل 11 : العلاقة بين Window and main buffer

Sender Window (a

الشكل رقم 12 يوضح sliding window للمرسل



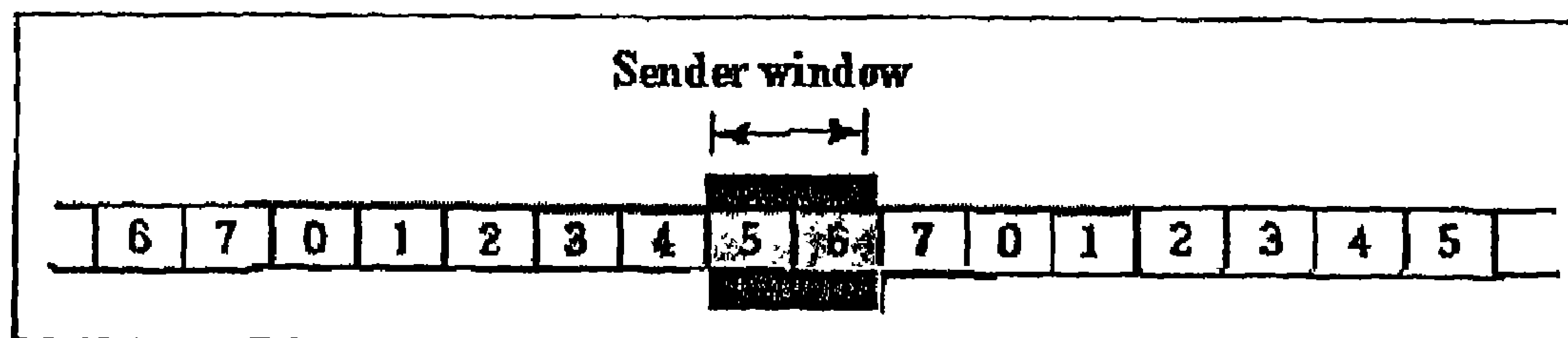
شكل 12: sliding window للمرسل

الخطوات

1) في بداية الإرسال يحتوي Sender Window على (n- 1) من الإطارات
2) عندما يتم إرسال إطار يتحرك الجدار الأيسر ل Window للداخل لينكمش حجم Window
3) فمثلا إذا كان حجم Window يساوي W وإذا تم إرسال 3 إطارات بعد آخر إقرار فبالتالي سيكون عدد الإطارات المتبقية في Window يساوي (W – 3)
4) بمجرد وصول الإقرار سيتمدد Window للسماح بعدد من الإطارات الجديدة تساوي العدد الموجود في الإقرار

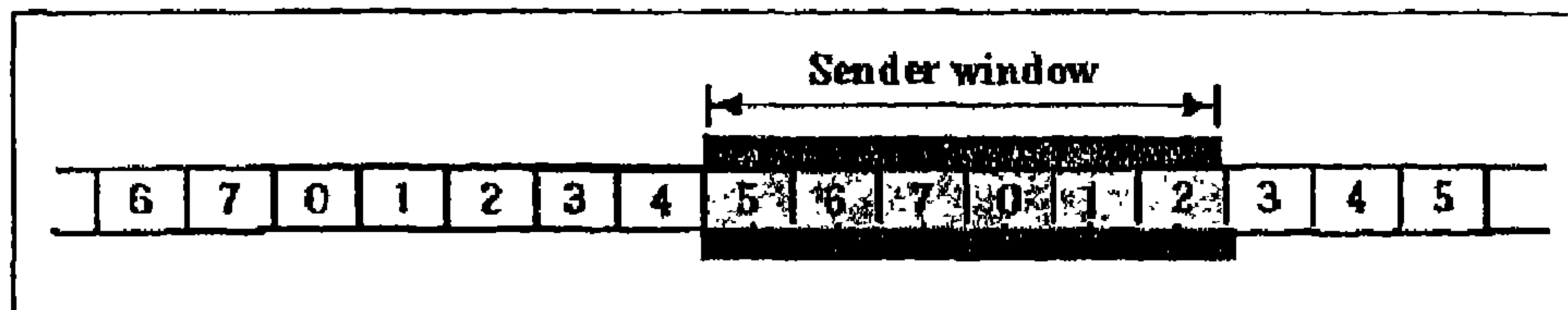
مثال:1

حجم Window = 7 . إذا تم إرسال الإطارات من 0 إلى 4 ولم يصل إقرار فسيحتوي Sender Window على الإطارات رقم 5 و 6 (الشكل رقم 13)



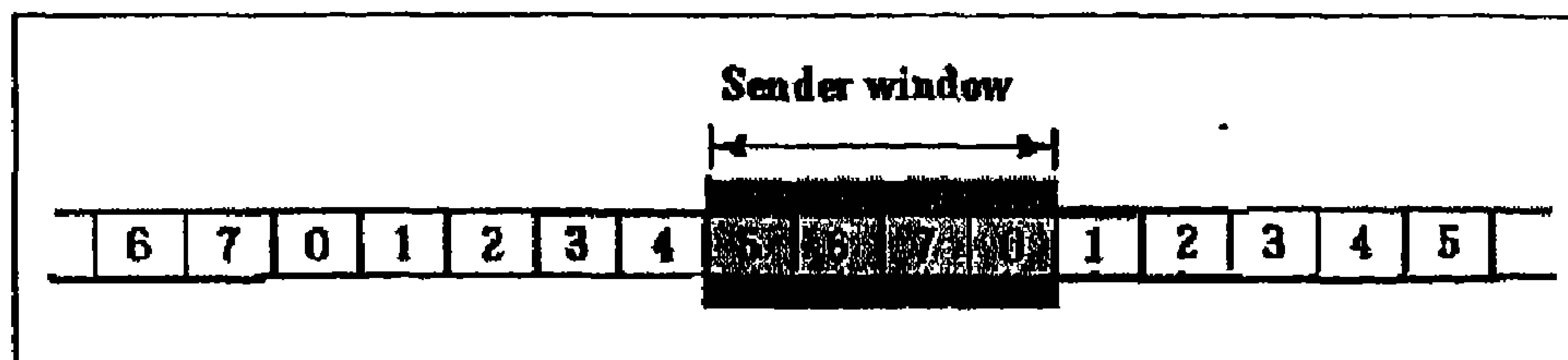
شكل 13: شكل sender sliding window للمثال رقم 1

- إذا تم الإقرار باستلام رقم 4 يعني أنه المستقبل استلم الإطارات من 0 إلى 3 بدون أخطاء ثم يتمدد Sender Window ليشمل الأربعة إطارات في Buffer الخاص به (الشكل رقم 14) . أي سيحتوي على الإطارات (5, 6, 7, 0, 1, 2)



شكل 14: شكل sender sliding window للمثال رقم 1

- إذا كان الإقرار باستلام رقم 2 سيتمدد Window ليشمل الإطاران التاليان (شكل رقم 15)



شكل 15: شكل sender sliding window للمثال رقم 1

بوجه عام : سينكمش Sender Window من اليسار عندما يتم إرسال الإطارات ويتمدد إلى اليمين عند استلام الإقرار

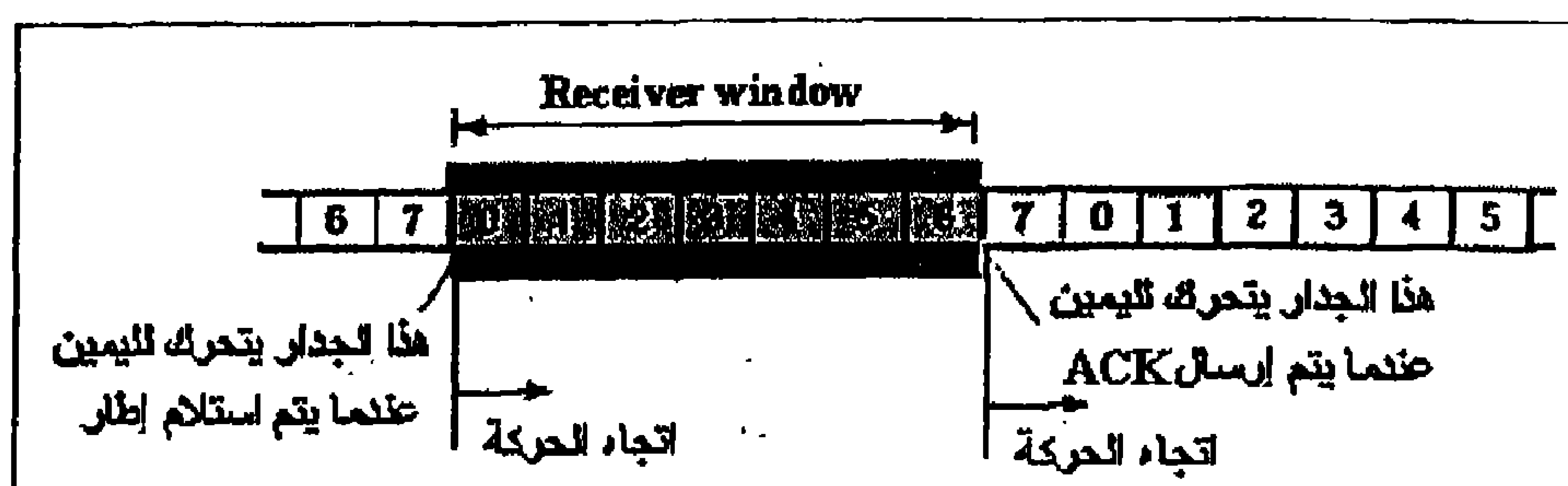
Receiver Window (b

الشكل رقم 16 يوضح sliding window للمستقبل

في بداية الإرسال يحتوي Receiver Window (RW) على (n – 1) من الفراغات للإطارات القادمة. كلما جاء إطارات جديدة فانه حجمه ينكمش. أذن

Receiver Window لا يمثل الإطارات المستقبلة ولكن يمثل عدد الإطارات التي ربما تستلم قبل إرسال الإقرار

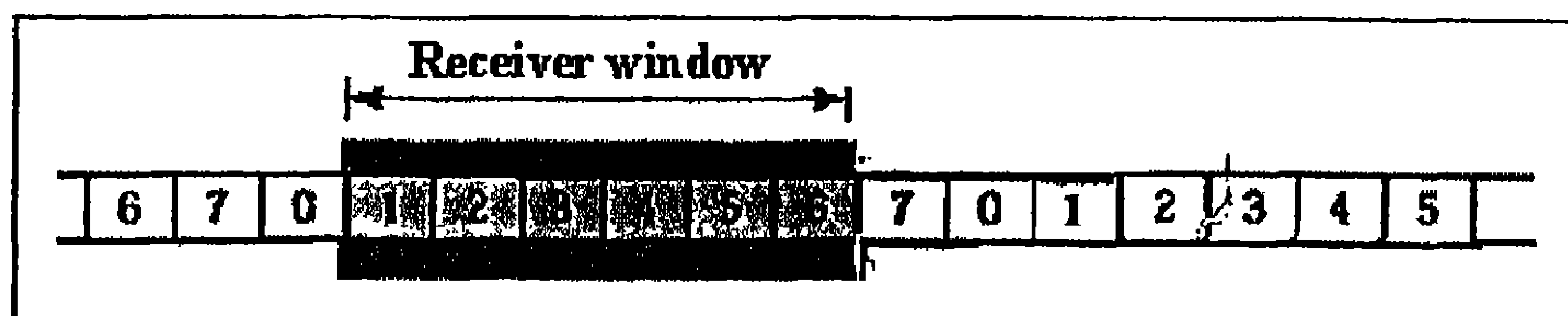
إذا كان لدينا Window حجمه W وإذا استلم ثلاث إطارات بدون إعادة إقرار فان عدد الفراغات في Window تساوي (W-3). بمجرد إرسال إقرار سيتمدد window ليشمل فراغات لعدد من الإطارات يساوي لعدد الإطارات المقررة (number of frames acknowledged)



شكل 16: sliding window للمستقبل

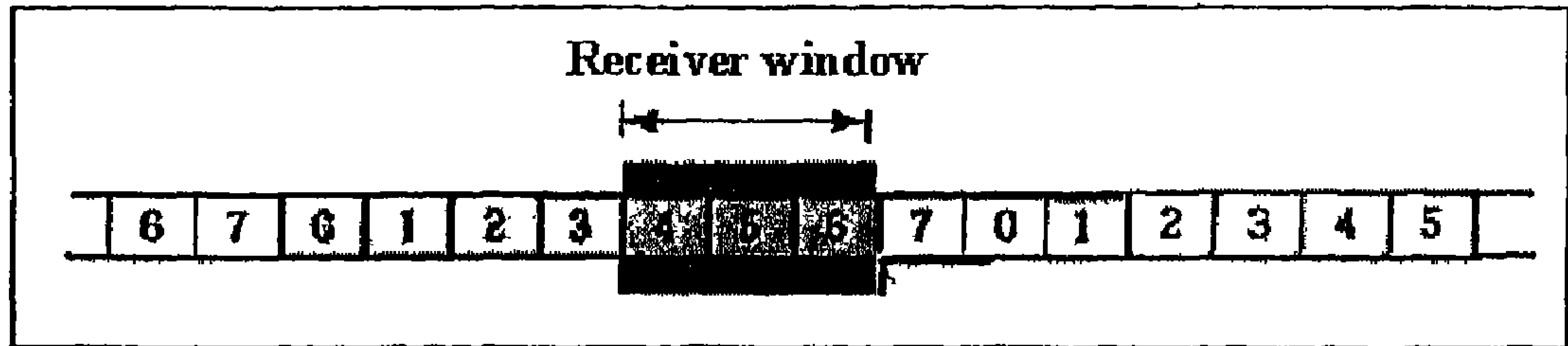
مثال2 :

Receiver Window حجمه يساوي 7 أي يحتوي على 7 فراغات لعدد 7 إطارات وهذا يعني أن 7 إطارات ربما تستلم قبل إرسال الإقرار. بوصول أول إطار فان Receiver Window سينكمش ويتحرك الجدار الأيسر من الفراغ رقم 0 إلى الفراغ رقم 1 (الشكل رقم 17)



شكل 17: شكل receiver sliding window للمثال رقم 2

الآن ربما يستقبل Receiver عدد 6 إطارات قبل مطالبته بإرسال الإقرار. إذا تم وصول الإطارات من 0 إلى 3 ولكن لم يتم إرسال الإقرار فسيحتوي Receiver Window على 3 فراغات للإطارات. (الشكل رقم 18)



شكل 18: شكل receiver sliding window للمثال رقم 2

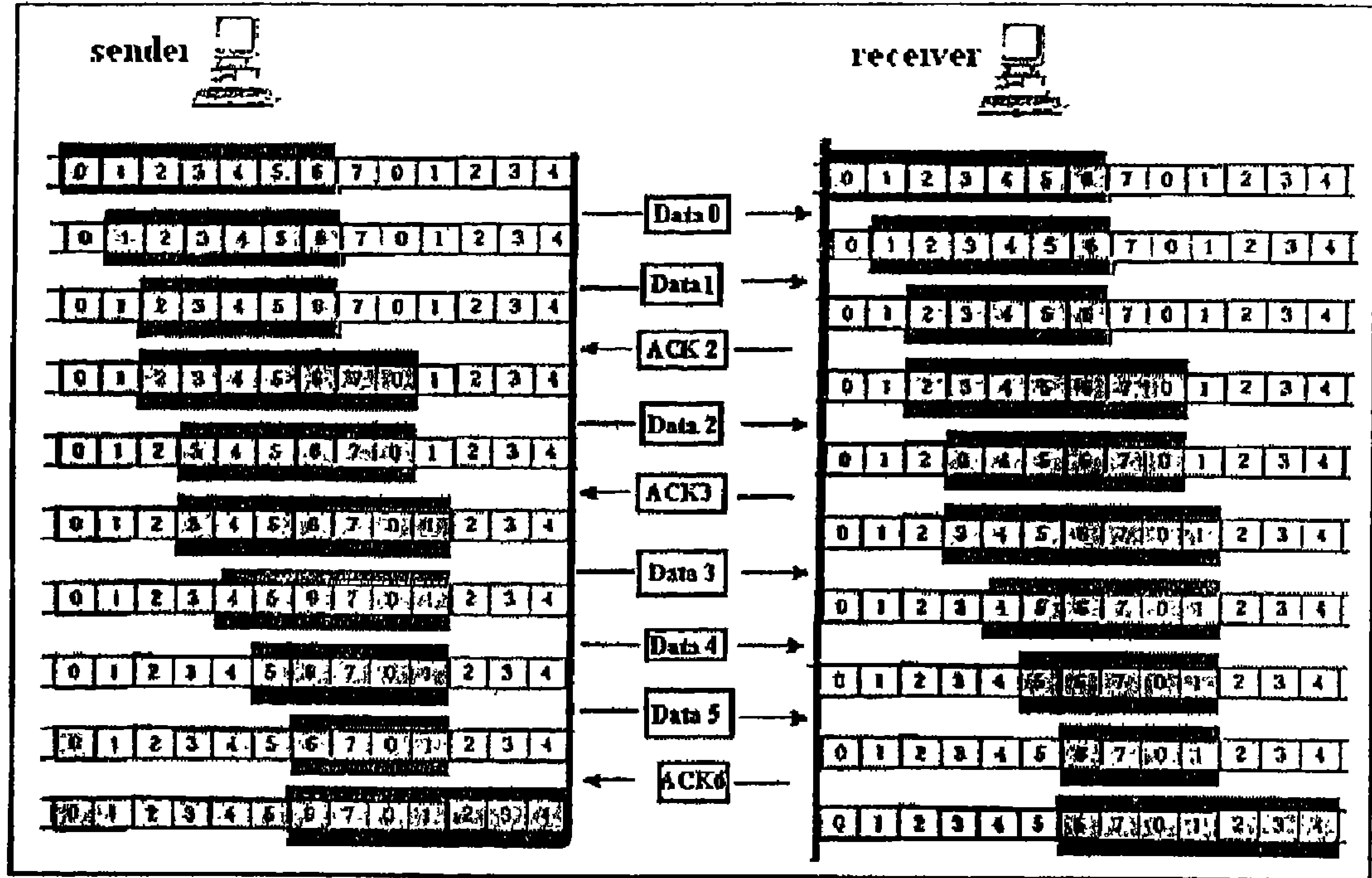
Sliding window للمستقبل ستمتد لليمين عندما يتم إرسال الإقرار. بمجرد إرسال الإقرار فان Receiver Window سيتمدد ليشمل عدد من الفراغات الجديدة المطلوبة بالإقرار

عدد الفراغات الممتدة = العدد المقر به في آخر إقرار – العدد الموجود في إطار الإقرار السابق. في حالة seven frame window إذا كان الإقرار القديم كان للإطار رقم 2 والإقرار الحالي للإطار رقم 5 فأن RW سيتمدد بمقدار 3 (2 – 5). إذا كان الإقرار السابق للإطار رقم 3 وأن الإقرار الحالي للإطار رقم 1 فأن RW سيتمدد بمقدار 6 (1+8-3)

ملحوظة: ACK في الطريقة الأولى (Stop-and-wait) تحمل رقم الإطار الذي وصل إلى المستقبل أما ACK في الطريقة الثانية (sliding widow) تحمل رقم الإطار الذي يتوقع المستقبل وصوله

مثال 3:

الشكل رقم 19 يوضح جزء من عملية الإرسال التي تستخدم sliding window للتحكم في التدفق بوجود window يحتوي على 7 إطارات. في هذا المثال جميع الإطارات وصلت للمستقبل سليمة (undamaged) .



شكل 19: عملية sliding window للمثال رقم 3

9.4) التحكم في الأخطاء ERROR CONTROL

Error control ترمز إلى طرق اكتشاف الأخطاء وإعادة إرسال البيانات التي تحتوى على أخطاء مرة أخرى

طلب إعادة الإرسال أوتوماتيكيا Automatic Repeat Request (ARQ)

يتم تصحيح الأخطاء من خلال طبقة ربط البيانات (Data Link layer) . في أي وقت يكتشف فيه وجود خطأ يتم إرسال أقرار سلبي Negative Acknowledgment

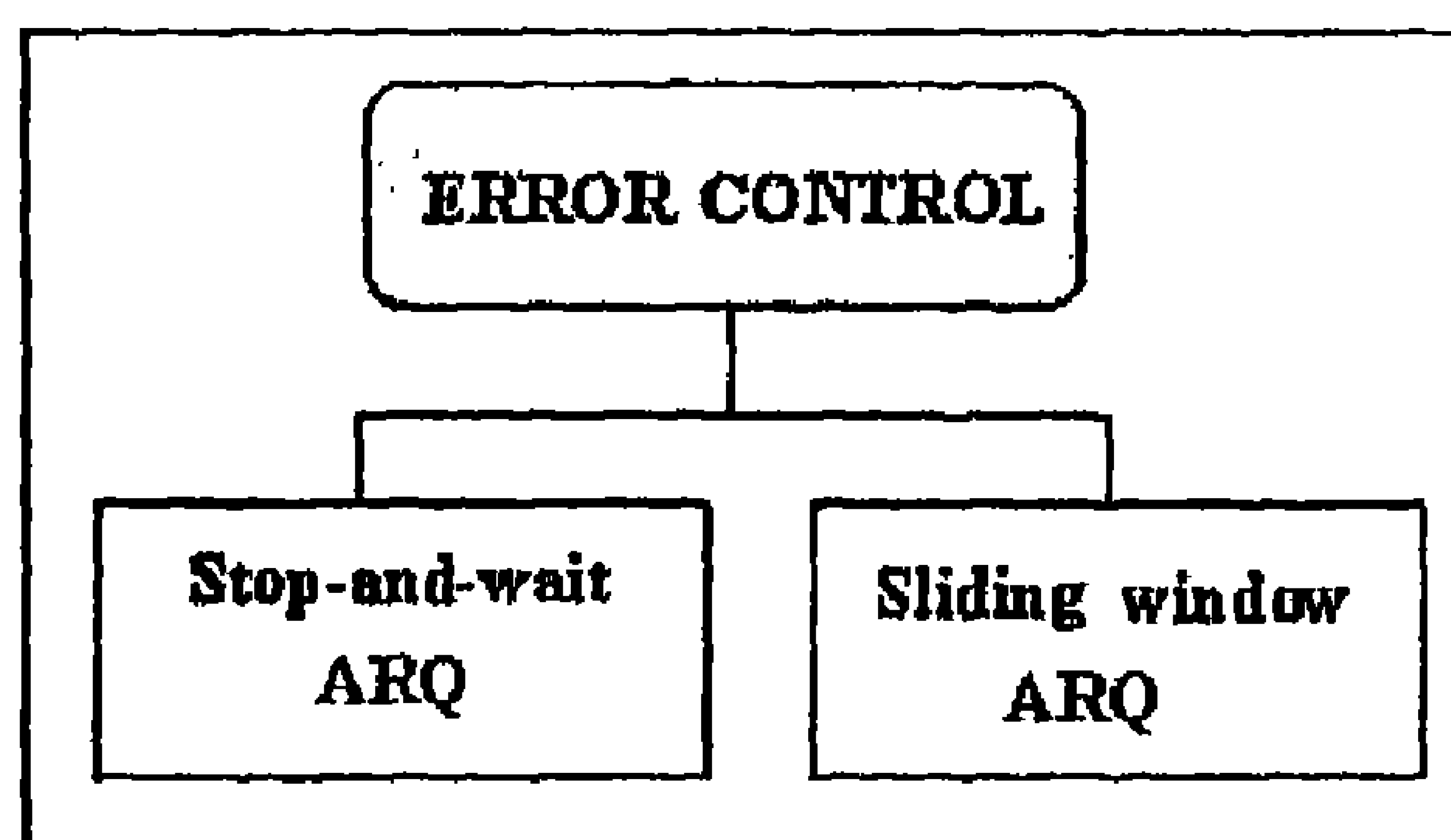
(NAK) ليتم أعادة الإرسال بالإطارات المحددة. هذه العملية تسمى ARQ. ARQ تعني إعادة إرسال البيانات في ثلاث حالات:

1) أطار غير سليم damage frame

2) إطار مفقود lost frame

3) فقد الإقرار lost ACK

يكتشف المستقبل وجود بيانات غير صحيحة من خلال تقنيات اكتشاف الأخطاء وهو ما تم دراسته في الفصل الثامن . الشكل رقم 20 يوضح طرق التحكم في الأخطاء



شكل 20 : طرق التحكم في الأخطاء

سنكتفي في هذا الفصل بشرح طريقة Stop-and-wait ARQ

Stop-and-wait ARQ (9.4.1

امتدادا لاستخدامها في التحكم في التدفق سنبين في الجزء التالي كيفية استخدام طريقة Stop-and-wait في إعادة البيانات في حالة وجود أعطال أو فقد للإطارات. لإجراء عملية أعادة الإرسال لدينا 4 حالات تضاف إلى طريقة Stop-and-wait وهي:

الحالة الأولى

يحتفظ المرسل بنسخة من آخر إطار تم إرساله حتى يتم إرسال إقرار بواسطة المستقبل باستلام هذا الإطار صحيح. الاحتفاظ بنسخة من آخر إطار يمكن المرسل من أعادة إرساله إذا كان هناك أخطاء أو فقد للإطار

الحالة الثانية

لأغراض التعريف (identification purposes) كل من إطارات البيانات وإطارات الإقرار ترقم بالأرقام من 0 إلى 1. أطار البيانات رقم 0 يتم إقراره بواسطة إطار الإقرار رقم 1 وذلك يشير إلى أنه تم استلام إطار البيانات رقم 0 ويتوقع المستقبل استلام إطار البيانات رقم 1. هذا الترقيم يستخدم لتعريف إطارات البيانات في حالة تكرار الإطار نفسه (duplication) والذي يعد من الأمور الهامة في حالة فقد الإقرار وهو ما سنراه لاحقا

الحالة الثالثة

إذا تم اكتشاف خطأ في إطار البيانات (أي حدث corruption) أثناء الإرسال فسيتم إعادة إطارات NAK (هذه الإطارات غير مرقمه) لأخبار المرسل لإعادة آخر إطار بيانات تم إرساله من قبل. طريقة Stop-and-wait ARQ تتطلب أن المرسل ينتظر حتى يستلم إقرار عن آخر أطار بيانات تم إرساله وذلك قبل إرسال أطار بيانات جديد. عندما يستلم المرسل NAK فسيقوم بإعادة إرسال إطار البيانات السابق مرة أخرى بغض النظر عن رقمه

الحالة الرابعة

يوجد بجهاز الإرسال مؤقت زمني (Timer) والذي يحدد فترة انتظار المرسل بعد إرساله لآخر إطار بيانات . فإذا تأخر وصول الإقرار بعد هذه الفترة فسيفترض المرسل أن إطار البيانات الذي تم إرساله من قبل قد فقد ويقوم بإرسال هذا الإطار مرة أخرى

حالات وصول إطار البيانات

يوجد ثلاث حالات لوصول إطار البيانات هي:

1) وصول إطار البيانات رقم 1 صحيح فيعيد المستقبل إقرار ايجابي ACK 0
2) وصول إطار البيانات رقم 1 غير صحيح (damage) فيعيد المستقبل إقرار سلبي NAK غير مرقم

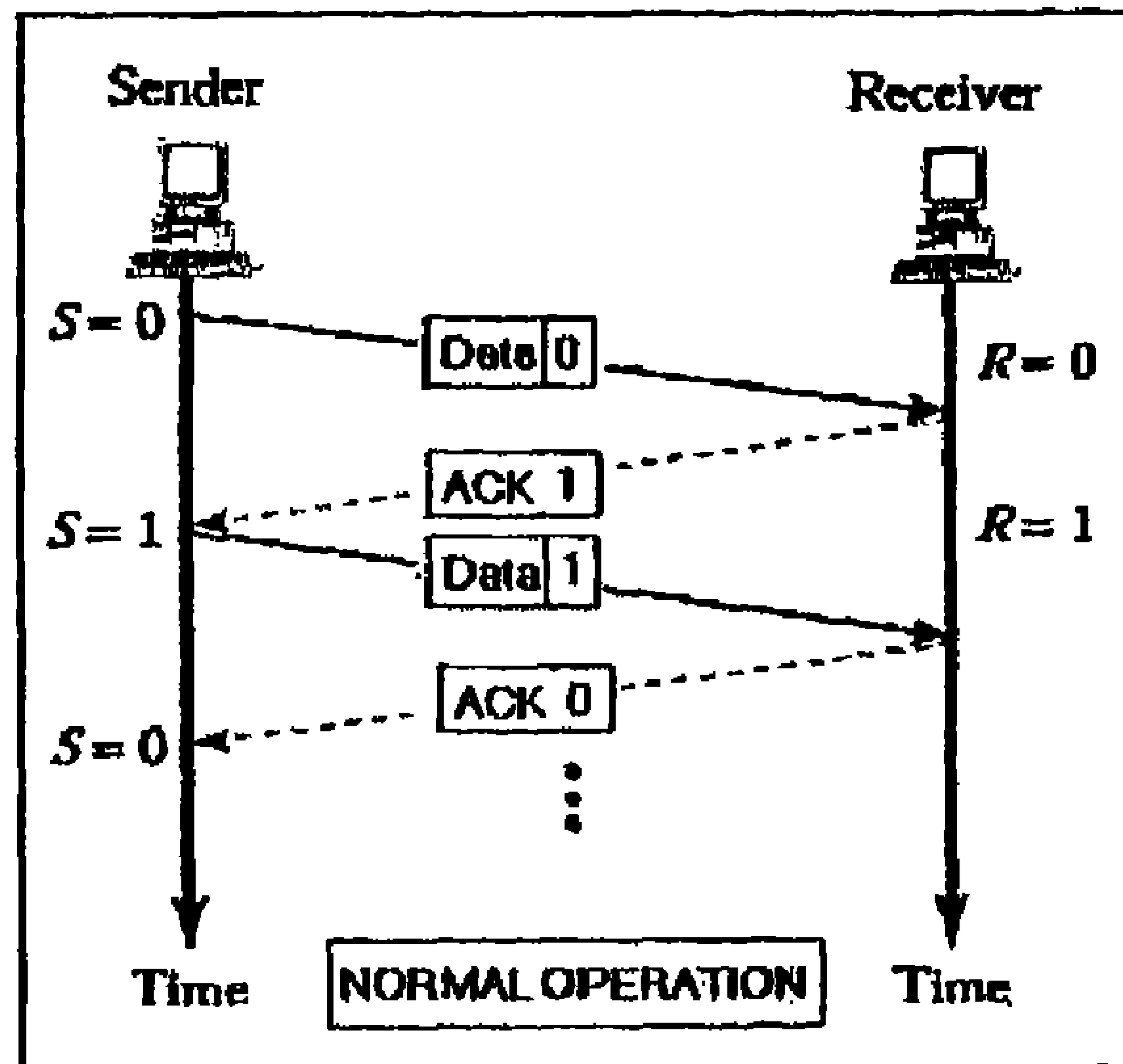
3) وصول إطار البيانات رقم 1 مرتان متتاليتان فسيلغي المستقبل أحدهما

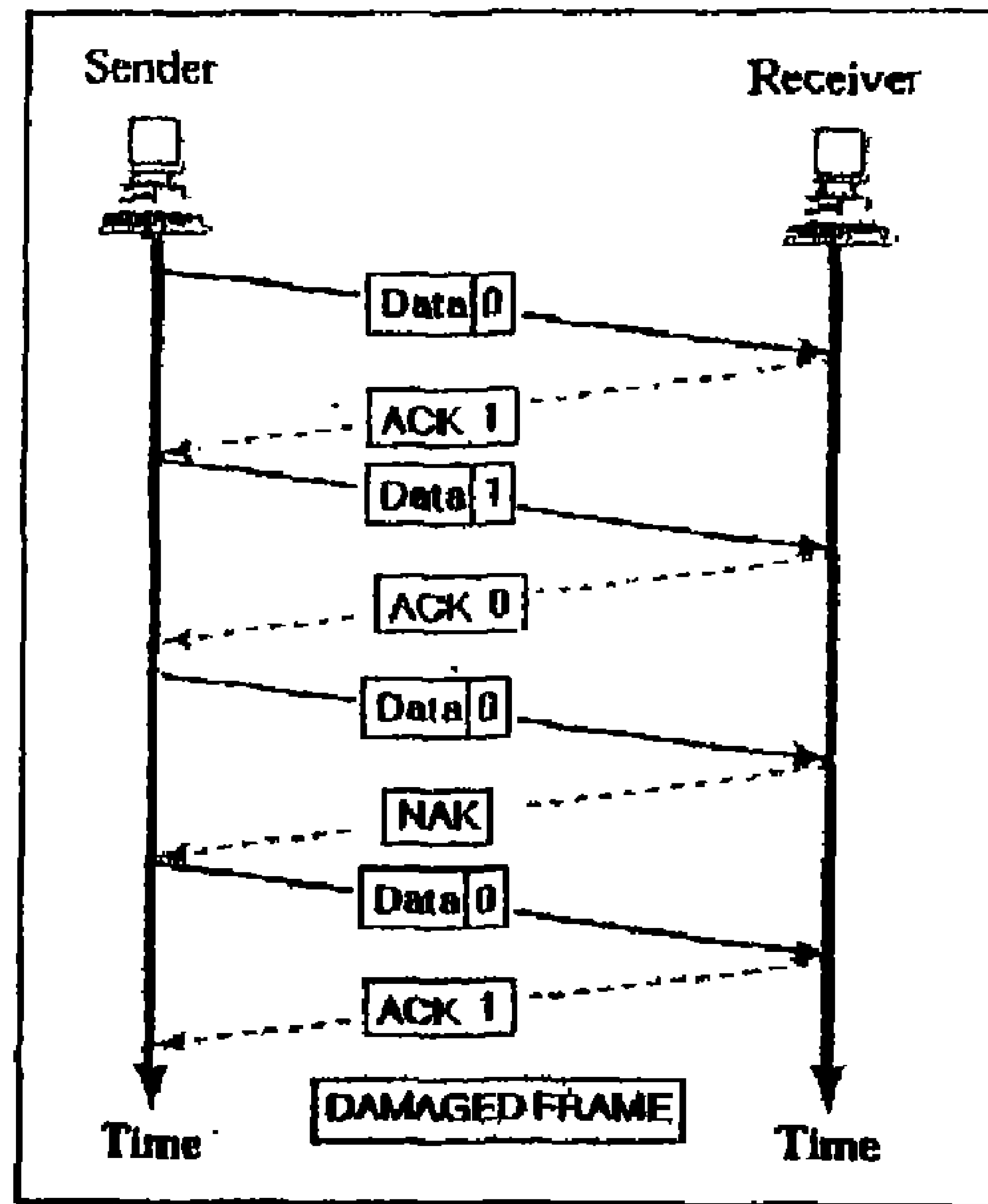
a) خطأ في إطار البيانات Damage Data Frame

عندما يكتشف المستقبل أن إطار البيانات به خطأ فسيعيد إطار بإقرار سلبي NAK غير مرقم وسيقوم المرسل بإعادة آخر إطار تم إرساله. الشكل رقم 21 عملية Stop-and-wait ARQ في حالة عدم وجود أخطاء وفي حالة وجود خطأ في أحد الإطارات.

في الشكل رقم 21:

- المرسل أرسل إطار بيانات رقم 0 (Data 0). المستقبل يعيد الإقرار ACK 1 الذي يعني أن المستقبل استلم الإطار (Data 0) بدون أخطاء وهو يتوقع استلام إطار البيانات الثاني (data 1) .
- يرسل المرسل الإطار التالي (Data 1). يصل إلى المستقبل بدون أخطاء فيرسل المستقبل ACK 0
- يرسل المرسل الإطار التالي (Data 0) . يكتشف المستقبل وجود أخطاء بهذا الإطار فيعيد إطار إقرار سلبي NAK غير مرقم. المرسل يعيد إرسال (Data 0) مرة أخرى

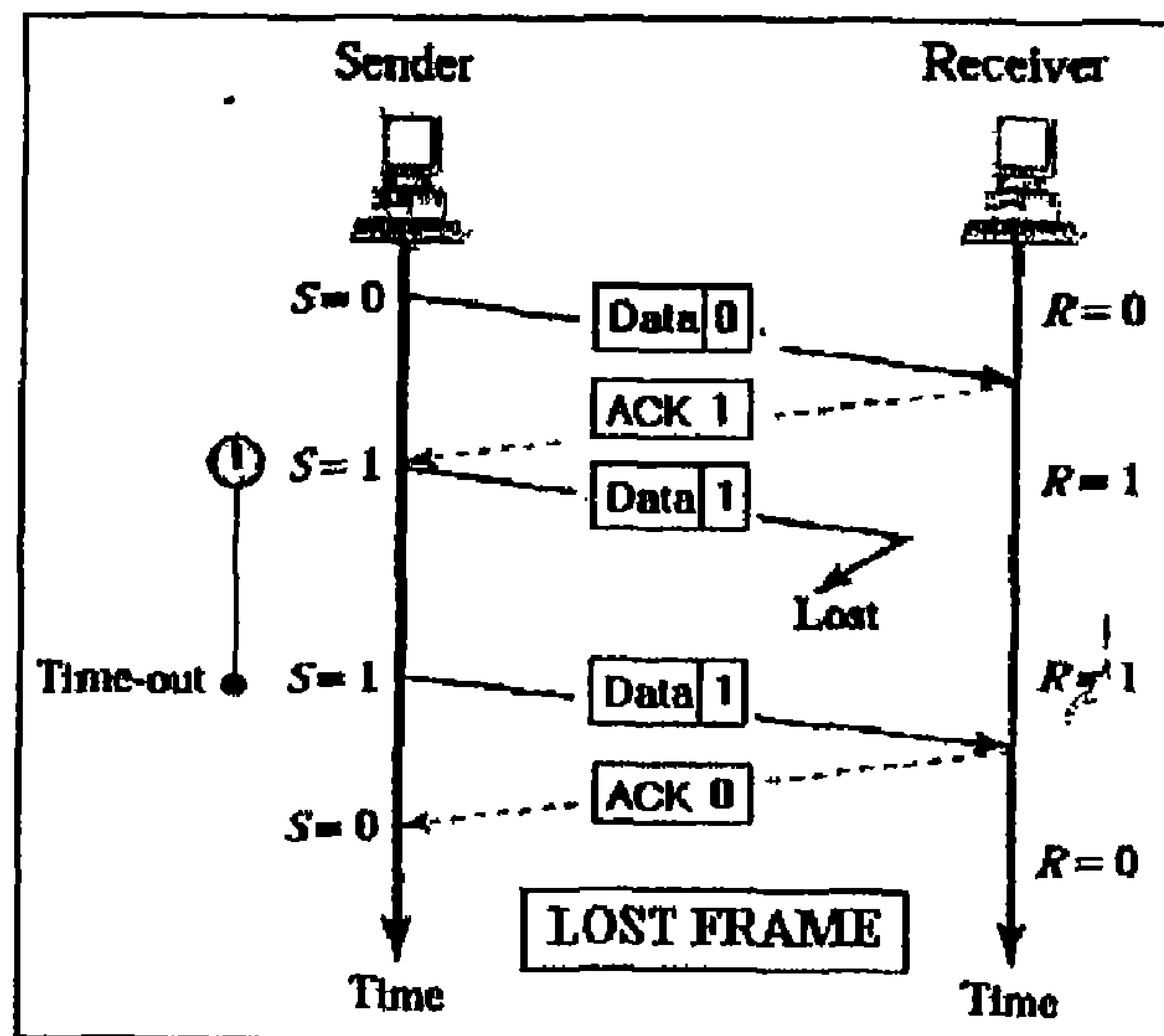




شكل رقم 21 عملية Stop-and-wait ARQ في حالة عدم وجود أخطاء وفي حالة وجود خطأ في أحد الإطارات

b) فقد إطار البيانات Lost Data Frame

الشكل رقم 22 يوضح عملية Stop-and-wait ARQ في حالة فقد أحد إطارات البيانات.



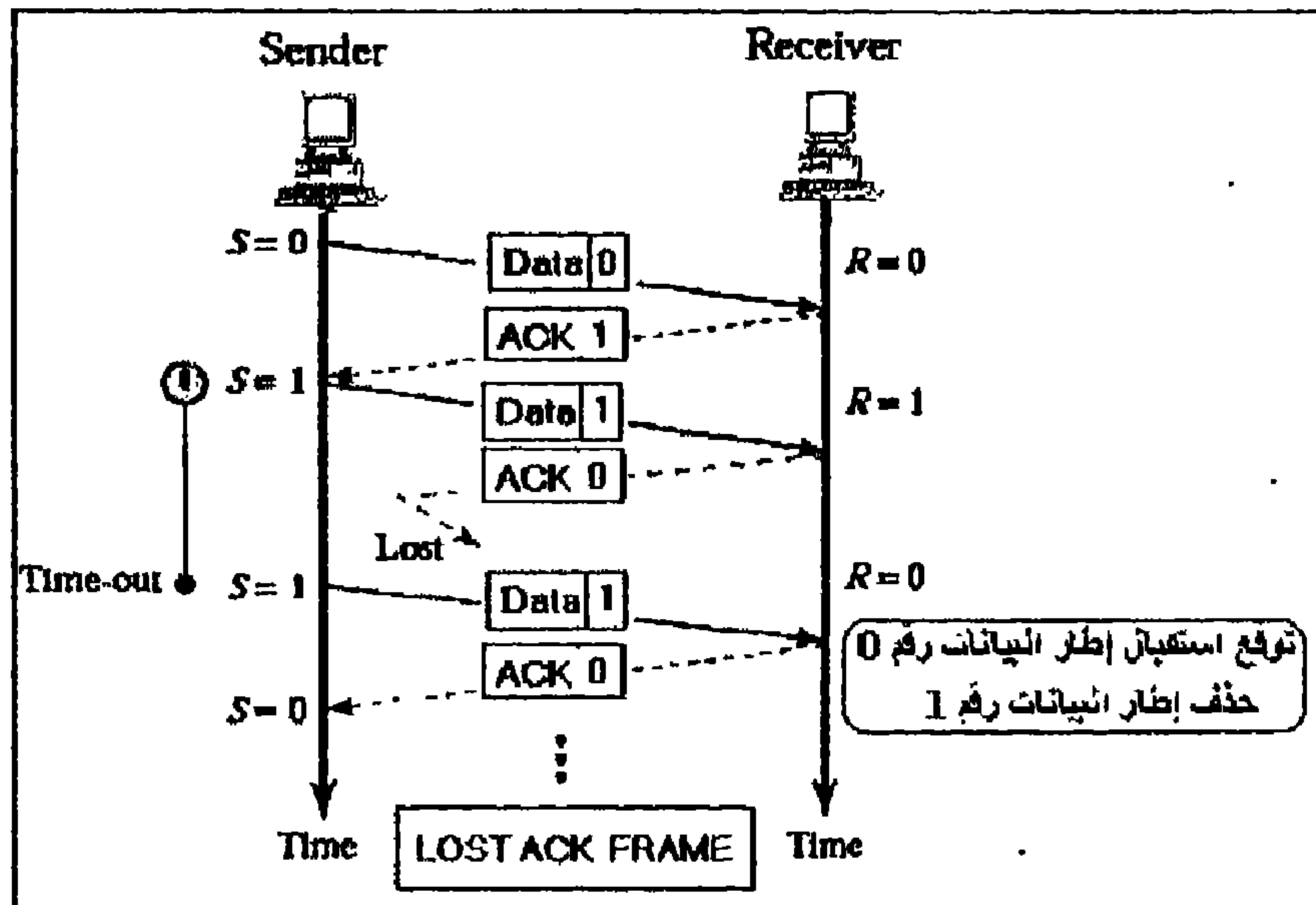
شكل 22 : عملية Stop-and-wait ARQ في حالة فقد أحد الإطارات.

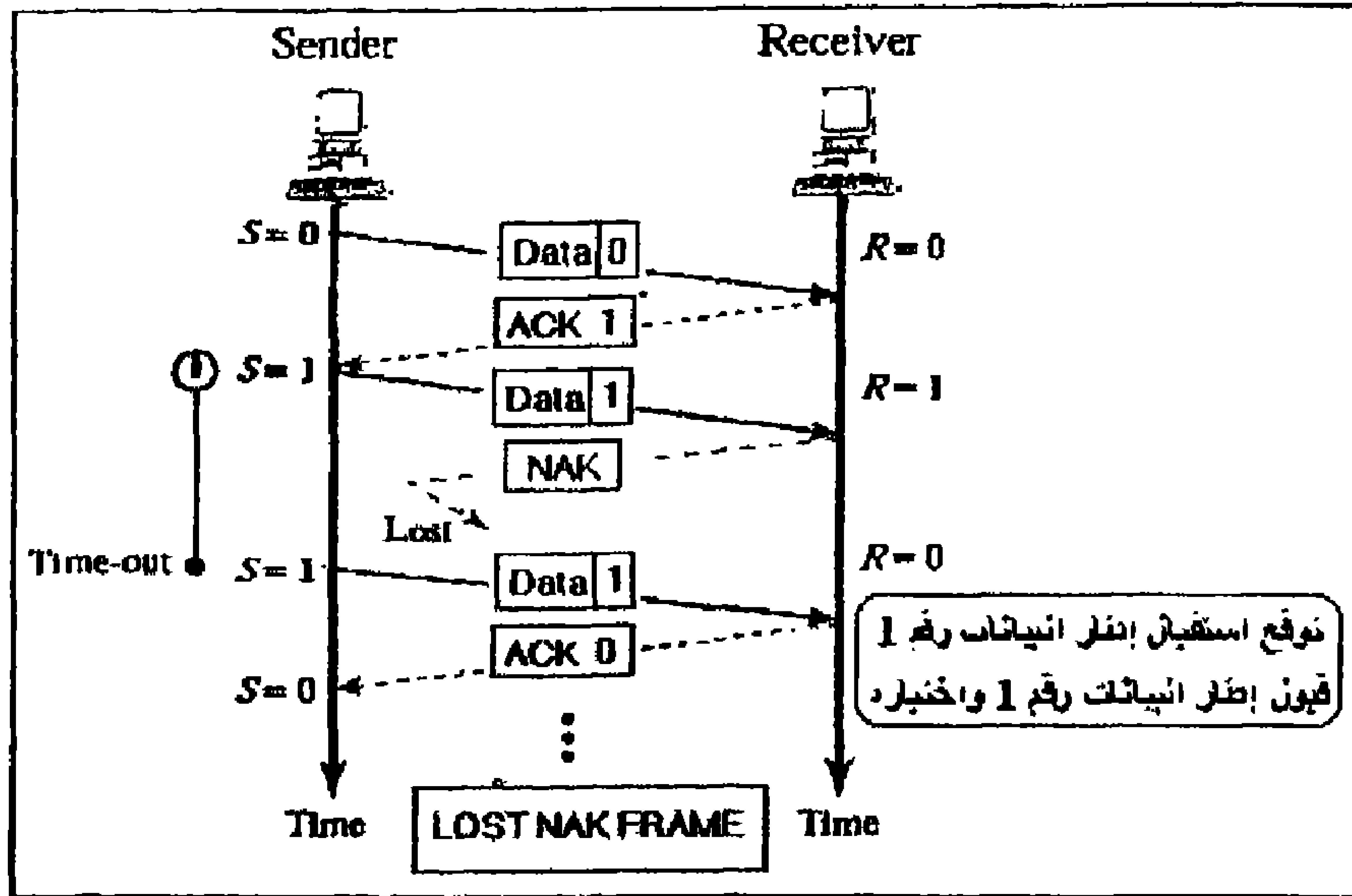
يوجد بالمرسل مؤقت زمني (Timer) يبدأ في العمل فور إرسال إطار بيانات فإذا لم يصل هذا الإطار إلى المستقبل فلن يعلم به وبالتالي لن يقوم المستقبل بإرسال إقرار نهائيا. سينتظر المرسل حتى تنتهي فترة المؤقت الزمني فإذا لم يستلم خلالها أيا من ACK أو NAK فسيعيد إرسال إطار البيانات مرة أخرى ثم يبدأ عمل المؤقت انتظارا للإقرار القادم

c) فقد إطار الإقرار Lost Acknowledgment

الشكل رقم 23 يوضح عملية Stop-and-wait ARQ في حالة فقد إطار الإقرار الايجابي أو السلبي (ACK or NAK).

في هذه الحالة استلم المستلم إطار البيانات ثم قام بإرسال ACK مرقم أو NAK غير مرقم تبعا لكون الإطار المستلم صحيح أو غير صحيح ولكن حدث فقد في أطار ACK أو NAK. سينتظر المرسل حتى تنتهي فترة المؤقت الزمني ثم يعيد الإطار مرة أخرى باعتبار فقد أطار البيانات كما رأينا في الجزء السابق. سيختبر المستقبل رقم الإطار الجديد.





شكل 23 : عملية Stop-and-wait ARQ في حالة فقد الإقرار الايجابي أو السلبي (ACK or NAK)

1) إذا كان الإطار المفقود هو NAK : سيقبل المستقبل الإطار الجديد ويعيد إطار إقرار ACK (وذلك بفرض أن الإطار الجديد ليس به أخطاء)

2) إذا كان الإطار المفقود هو ACK: سيقبل المستقبل الإطار الجديد ويتعرف عليها أنها مكررة وسيهملها ويرسل إطار إقرار ACK (وذلك بفرض أن الإطار الجديد ليس به أخطاء)

EXERCISES

1) ضع علامة √ أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الغير صحيحة مع تعديل العبارات الغير صحيحة

- في الطبقة المادية (Physical Layer) لنموذج (OSI model) تمت عملية الإرسال ولكن لم يتم بعد عملية الاتصال التي تشتمل على الاستقبال والتحكم في السريان مع اكتشاف الأعطال وتصحيحها
- في حالة Half-Duplex يقوم يكون جهاز واحد فقط بعملية الإرسال في كل لحظة (at each time) .
- بالإضافة إلى مهمة تنظيم العمل على الرابط (Line Discipline) فأن الطبقة المادية (physical layer) تقوم بالتحكم في التدفق (Flow Control) و التحكم في الأخطاء (Error Control)
- Flow control تنظم العمل على الرابط. حيث أنها تحدد أي جهاز يجب أن يرسل الآن، وأين سيرسل
- Flow Control تحدد حجم البيانات المراد إرسالها قبل استقبال رسالة إقرار والتي يتم إرسالها بواسطة الجهاز المستقبل
- Line discipline تعني عملية اكتشاف الخطأ وتصليحه.
- لا يمكن إرسال الرسائل أو البيانات حتى يتم التأكد أولا من أن المستقبل المعنى بالرسالة يعمل وجاهز لاستقبال الرسالة.
- يجب أن يكون هناك رسالة استعلام (enquiry) ترسل قبل الرسالة المراد إرسالها للسؤال على أهلية المستقبل للاستقبال
- إذا كان المستقبل المعني جاهز فأنه يرسل رسالة أقرار (Acknowledgment-ACK) إلى المرسل لأخباره أن مستعد لاستقبال الرسالة

- عملية Flow control تحدد الجهاز الذي يمكنه الإرسال في لحظة معينه
- تتم عملية الاستعلام بغرض ألا يتم اشغال الرابط برسائل مرسلة إلى أجهزة لا تعمل أو غير مستعدة لاستقبال الرسائل
- Enquiry / Acknowledgment (Eng/ACK) طريقة استعلام / إقرار هي أحدى طرق Line discipline و تستخدم في حالة Peer-to-peer systems
- Poll / Select هي أحدى طرق Line discipline و تستخدم مع أنظمة Server-based (primary/secondary) systems
- Eng/ACK تستخدم أساسا في الأنظمة التي لا يكون هناك سؤال عن المستقبل الذي استلم الرسالة بطريق الخطأ أي عندما يكون هناك خط محجوز (dedicated line) بين جهازين أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال
- عملية ENQ/ACK تحدد أي جهاز يمكنه ابتداء الإرسال وهل الجهاز الآخر المعني بالاستقبال جاهز وقادر على الاستقبال (Enabled and ready)
- استخدام ENQ/ACK يمكن من بداية المحادثة بين جهازين على الرابط في حالة إذا كانت درجة البداية للجهازين متساوية
- في كل من half-duplex and Full-duplex systems الجهاز البادئ هو الذي ينشأ المحادثة (establishes session) ثم يقوم الجهاز البادئ (initiator) بإرسال بياناته في يكون الجهاز الآخر (responder) المجيب في حالة انتظار
- في حالة Full-duplex يستطيع الجهازان (initiator and responder) ارسال رسائل في نفس الوقت بمجرد بداية (session has been established session
- تستخدم Poll/Select في حالة Peer-to-peer system حيث يكون هناك جهاز يعمل server أو primary وهو يكون دائما initiator وعدد آخر من الأجهزة يسمى client أو secondary
- يمكن اعتبار أن Poll/Select تستخدم مع Multipoint configuration وذلك بعكس ENQ/ACK والتي تستخدم مع (point-to-point configuration)

- السؤال الذي يتم طرحه في Poll/Select هو هل أنت جاهز و أي من الأجهزة الأخرى له حق استخدام الرابط
- Addressing (عملية العنونة) تستخدم لتحديد أي من الأجهزة الفرعية سيعمل مع primary
- عملية العنونة غير موجودة في ENQ/ACK method لأن هناك جهازين فقط (point-to-point configuration) أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال
- بروتوكول Poll/Select يجب أن يحدد عنوان الجهاز الذي سيقوم باستقبال الرسالة وذلك في حالة الإرسال من primary إلى الجهاز الفرعي أو عنوان الجهاز الذي سيرسل بيانات إلى primary
- يحدد العنوان في جزء معين من كل أطار
- عملية Poll تستخدم عندما يكون primary لديه شئ يريد إرساله
- سيحدد في الإطار عنوان المستقبل وبالتالي سيخبر أحد الأجهزة الفرعية للتعامل مع primary وسينتظر الرد من هذا الجهاز
- قبل أن يقوم primary بإرسال البيانات يقوم بإرسال إطار select (SEL) يحتوى أحد مجالاته على عنوان الجهاز الفرعي
- في شبكة multipoint يرى كل الأجهزة الفرعية إطار SEL وذلك لوجود رابط واحد لكل الأجهزة
- الجهاز الذي عنوانه متفق مع العنوان الموجود في إطار SEL سيقوم بفتح الإطار ويقوم بقراءة البيانات الموجودة
- البيانات الموجودة في إطار SEL تحتوي على إعلام بوجود بيانات ستأتي بعد ذلك
- إذا كان الجهاز المعني بالاستقبال مستعدا للاستقبال فأنه سيرسل إطار ACK إلى primary الذي سيقوم بدوره بإرسال إطارات بالبيانات المراد إرسالها وكل إطار يحتوي على عنوان الجهاز المعني بالاستقبال
- عملية Sel تستخدم بواسطة primary لكي يحث الإرسال من الأجهزة الأخرى

- في عملية polling لن يسمح للجهاز الفرعي بإرسال معلومات إذا لم يسأل
- في عملية polling بواسطة احتفاظ primary بالتحكم في الرابط فلن يسمح لأكثر من جهاز بإرسال بيانات في نفس الوقت
- في عملية polling عندما يكون primary جاهز لاستقبال بيانات سيقوم بسؤال كل جهاز (Poll) بالتتابع إذا كان لديه شي يريد إرساله
- في عملية polling الجهاز الأول سيقوم بإرسال إطار إقرار سلبي إذا لم يكن لديه شي للإرسال أو إرسال إطار بيانات إذا كان لدية ما يرسله
- في عملية polling إذا كان إقرار الجهاز الأول سلبي وذلك بإرسال إطار إقرار سلبي سيتم عمل Polling للجهاز الثاني بنفس الطريقة السابقة
- في عملية sel إذا كان الرد إقرار ايجابي (إرسال إطارات بيانات) سيقرأ primary الإطار وسيقوم بإعادة إطار إقرار (ACK) لتأكيد الاستلام
- في عملية polling يمكن للجهاز الفرعي من إرسال إطارات بيانات متتابعة أو الانتظار بعد كل إطار لاستلام ACK من primary قبل إرسال الإطار التالي تبعا للبروتوكول المستخدم
- في عملية polling بمجرد انتهاء الجهاز الفرعي من الإرسال سينقل Polling إلى الجهاز الذي يليه
- في معظم البروتوكولات يكون عملية التحكم في الأخطاء (error control) عبارة عن مجموعة من الخطوات (Procedures) التي تخبر المرسل بكمية البيانات التي يستطيع إرسالها قبل انتظاره لإطار الإقرار (ACK) من المستقبل
- كل جهاز استقبال له سرعة معينه للاستقبال وله ذاكرة محددة لتخزين البيانات المرسلة
- يجب أن يخبر المستقبل جهاز الإرسال بانتهاء سعته التخزينية قبل الوصول إلى الحد الأقصى
- البيانات المستقبلة يجب أن تختبر وتعالج قبل استخدامها

- في طريقة Sliding window ينتظر المرسل لإطار الإقرار (ACK) المرسل من المستقبل بعد إرسال كل إطار بيانات
- عملية Stop and wait تتم بالتتابع (sending a frame and wait) حتى يرسل المستقبل إطار (EOT)
- تمتاز طريقة Sliding window بالبساطة حيث أن كل إطار سيتم اختباره بواسطة المستقبل وسيقوم المستقبل بإرسال إقرار للمرسل قبل أن يرسل إطار البيانات التالي
- من عيوب طريقة Stop and wait عدم الكفاءة حيث أنها بطيئة فإذا كان المسافة بين الجهازين كبير فسيكون هناك زمن طويل لانتظار ورود الإقرار بين كل إطارين للبيانات
- في طريقة Stop and wait يحمل الرابط بإطار واحد فقط في كل لحظة إرسال
- في طريقة Stop and wait يحتوى الإطار على رقم 0 أو 1 للدلالة على رقم الإطار
- في طريقة Sliding window الوقت بين إرسال الإطار والإقرار يعتمد على فترة انتشار (propagation) البيانات ذهابا وإيابا
- في طريقة stop and wait يتم إرسال مجموعة من إطارات البيانات قبل الحاجة إلى إرسال الإقرار
- في طريقة Sliding window يحمل الرابط بأكثر من إطار للبيانات في المرة الواحدة وذلك بعكس الطريقة السابقة حيث سيكون الرابط محمل بإطار واحد فقط
- في طريقة Sliding window يتم استلام إقرار (ACK) لمجموعة من الإطارات
- Sliding Window (SW) يرمز إلى صناديق وهمية تحتوي على الإطارات المرسلة قبل الحاجة إلى الإقرار
- في طريقة Sliding window يمكن أن يكون الإقرار بعد أي عدد من الإطارات وليس شرطا أن يمتلئ Windows أولا ثم يتم الإقرار

- في طريقة Sliding window لمعرفة عدد الإطارات المستقبلة ورقم الإطار التالي سيقوم المستقبل لإرسال إقرار يحتوي على رقم الإطار التالي . فمثلا إذا استلم المستقبل الإطارات رقم 0 و 1 و 2و 3 و 4 فسيرسل رقم 5 مع الإقرار لأعلام المرسل أن يبدأ الإرسال التالي بدءا من الإطار رقم 5
- في طريقة stop and wait عندما يرسل المستقبل الإقرار (ACK) سيرسل رقم الإطار التالي والمتوقع استقباله بعد ذلك
- حيث أن Window يحمل بعدد (n – 1) من الإطارات فسيكون أقصى عدد من الإطارات يمكن إرسالها قبل الإقرار هو (n – 1)
- في طريقة Sliding window يتم إرسال مجموعة من إطارات البيانات قبل الحاجة إلى إرسال الإقرار
- في طريقة Sliding window يحمل الرابط بأكثر من إطار للبيانات في المرة الواحدة وذلك بعكس الطريقة السابقة حيث سيكون الرابط محمل بإطار واحد فقط
- في طريقة Sliding window يتم استلام إقرار (ACK) لمجموعة من الإطارات
- Sliding Window (SW) يرمز إلى صناديق وهمية تحتوي على الإطارات المرسلة قبل الحاجة إلى الإقرار
- في طريقة Sliding window يمكن أن يكون الإقرار بعد أي عدد من الإطارات وليس شرطا أن يمتلئ Windows أولا ثم يتم الإقرار
- في طريقة Sliding window لمعرفة عدد الإطارات المستقبلة ورقم الإطار التالي سيقوم المستقبل لإرسال إقرار يحتوي على رقم الإطار التالي . فمثلا إذا استلم المستقبل الإطارات رقم 0 و 1 و 2و 3 و 4 فسيرسل رقم 5 مع الإقرار لأعلام المرسل أن يبدأ الإرسال التالي بدءا من الإطار رقم 5
- في طريقة Sliding window عندما يرسل المستقبل الإقرار (ACK) سيرسل رقم الإطار التالي والمتوقع استقباله بعد ذلك

- حيث أن Window يحمل بعدد (n – 1) من الإطارات فسيكون أقصى عدد من الإطارات يمكن إرسالها قبل الإقرار هو (n – 1)
- في طريقة Sliding window كلما جاء إطارات جديدة فانه حجم Receiving window ينكمش
- في طريقة Sliding window : إذا كان لدينا Receiving Window حجمه W وإذا استلم ثلاث إطارات بدون إعادة إقرار فان عدد الفراغات في Receiving window تساوي (W-3)
- في طريقة Sliding window : بمجرد إرسال إقرار سيتمدد Receiving window ليشمل فراغات لعدد من الإطارات يساوي لعدد الإطارات المقررة (number of frames acknowledged)
- ACK في Stop-and-wait تحمل رقم الإطار الذي وصل إلى المستقبل
- ACK في sliding widow تحمل رقم الإطار الذب ينتظر (يتوقع) المستقبل وصوله
- Flow control ترمز إلى طرق اكتشاف الأعطال وإعادة إرسال البيانات التي تحتوى على أعطال
- يتم تصحيح الأخطاء من خلال طبقة ربط البيانات (Data Link layer)
- في أي وقت يكتشف فيه بوجود خطأ يتم إرسال أقرار سلبي Negative Acknowledgment (NAK) ليتم أعادة الإرسال بالإطارات المحددة
- ARQ تعني إعادة إرسال البيانات في ثلاث حالات هي أطار غير سليم damage frame و إطار مفقود Lost frame و فقد الإقرار lost ACK
- يعرف المستقبل أن البيانات المستقبلة غير صحيحة من خلال طريقة اكتشاف الأخطاء
- يحتفظ المرسل بنسخة من آخر إطار تم إرساله حتي يتم إرسال إقرار بواسطة المستقبل باستلام هذا الإطار صحيح

- الاحتفاظ بنسخة من آخر إقرار يمكن المرسل من أعادة إرساله إذا كان هناك أخطاء أو فقد للإطار حتى يتم الاستقبال الصحيح
- لأغراض التعريف (identification purposes) كل من إطارات البيانات وإطارات الإقرار ترقم بالأرقام من 0 إلى 1
- أطار البيانات رقم 1 يتم إقراره بواسطة إطار الإقرار رقم 1 وذلك يشير إلى أنه تم استلام إطار البيانات رقم 0 ويتوقع المستقبل استلام الإطار رقم 1
- إذا تم اكتشاف خطأ في إطار البيانات (أي حدث corruption) أثناء الإرسال فسيتم إعادة إطارات NAK (هذه الإطارات غير مرقمه) لأخبار المرسل لإعادة آخر إطار بيانات تم إرساله من قبل
- طريقة Stop-and-wait ARQ تتطلب أن المرسل ينتظر حتى يستلم إقرار عن آخر أطار بيانات تم إرساله وذلك قبل إرسال أطار بيانات جديد
- عندما يستلم المرسل ACK فسيقوم بإعادة إرسال الإطار السابق مرة أخرى بغض النظر عن رقمه
- يوجد بجهاز الإرسال مؤقت زمني (Timer) والذي يحدد فترة انتظار المرسل بعد إرساله لآخر إطار بيانات . فإذا تأخر وصول الإقرار بعد هذه الفترة فسيفترض المرسل أن إطار البيانات الذي تم إرساله من قبل فقد سيقوم بإرسال هذا الإطار مرة أخرى
- حالات الوصول : هي وصول الإطار الأول صحيح فيعيد المستقبل إقرار ايجابي 1 ACK و وصول الإطار الأول غير صحيح (damage) فيعيد المستقبل إقرار سلبي NAK غير مرقم
- عندما يكتشف المستقبل أن إطار البيانات به خطأ فسيعيد إطار بإقرار سلبي NAK مرقم وسيقوم المرسل بإعادة آخر إطار تم إرساله
- عندما يكتشف المستقبل أن إطار البيانات به خطأ فسيعيد إطار بإقرار سلبي NAK غير مرقم وسيقوم المرسل بإعادة آخر إطار تم إرساله

- سينتظر المرسل حتى تنتهي فترة المؤقت الزمني فإذا لم يستلم خلالها أيا من ACK أو NAK فسيعيد إرسال إطار البيانات مرة أخرى ثم بدء عمل المؤقت انتظارا للإقرار القادم
- إذا كان الإطار المفقود هو ACK : سيقبل المستقبل الإطار الجديد ويعيد إطار إقرار ACK (وذلك بفرض أن الإطار الجديد ليس به أخطاء)
- إذا كان الإطار المفقود هو NAK: سيقبل المستقبل الإطار الجديد ويتعرف عليها أنها مكررة وسيهملها ويرسل إطار إقرار ACK (وذلك بفرض أن الإطار الجديد ليس به أخطاء)

2) رتب العمليات التالية طبقا لطريقة عمل ENQ/ACK

- إذا لم يستلم المرسل (ACK) أو (NAK) في خلال فترة زمنية محددة سيفترض المرسل أن إطار ENQ قد فقد وسيقوم بإرسال إطار ENQ بديل
- يقوم **initiator** بإرسال إطار (frame) يسمى (an enquiry) للسؤال عن استعداد المستقبل لاستقبال البيانات
- يحب أن يقوم المستقبل بالرد أما بالإقرار (ACK) وإرسال أطار يفيد ذلك أو إرسال إطار أقرار سلبي (Negative Acknowledgment- NAK) إذا لم يكن مستعدا
- حتى لو كان هناك إطار بالإقرار السلبي يجب أن يستلم المرسل ما يفيد أن المستقبل غير قادر على استلام الرسالة
- بمجرد إرسال كل البيانات سيقوم نظام الإرسال (sending system) بإنهاء الإرسال وذلك بإرسال إطار (End Of Transmission) والذي يسمى EOT
- نظام الابتداء (initiating system) عادة يعمل ثلاث محاولات (three attempts) لإنشاء الرابط giving up (An initiating system ordinarily makes 3 such attempts to establish a link before giving up)

- o إذا كان الرد إقرار سلبي لثلاث محاولات فسيتم الفصل ثم يكرر نفس العملية في وقت آخر
- o إذا كان الرد ايجابي سيقوم initiator بإرسال البيانات

3) أرسم مخطط لتوضيح عملية line discipline باستخدام طريقة ENQ/ACK مع العلم أم المرسل يريد إرسال رسالة تتكون من أربعة إطارات كل إطار يحتوى على حرف واحد .

4) رتب العمليات التالية طبقا لطريقة عمل Poll/Select

- o حيث أنه يوجد رابط واحد فقط فستكون جميع عمليات الأنصال بين طرفين أحدهما هو primary server)
- o يتحكم جهاز primary في الرابط وسيتبع جميع client تعليماته
- o يحدد primary أي جهاز فرعي client له السماحية لاستخدام الرابط في الوقت المحدد
- o سيكون الرابط هو البادئ للمحادثة
- o إذا أراد primary استلام بيانات سيسأل الأجهزة الثانوية إذا كان لديها أي شئ للإرسال وتسمى هذه العملية Polling
- o إذا أراد primary إرسال بيانات سيخبر أحد الأجهزة الفرعية المعنية للاستعداد لاستلام الرسالة وتسمى هذه العملية selecting

5) أشرح بالرسم عمليتي Polling and Select

6) وضح بالرسم طريقة Stop and wait من خلال إرسال ثلاث إطارات يحتوي كل إطار على حرف واحد

7) اشرح مع الرسم طريقة Sliding window

8) أرسم مخطط يوضح كيفية التعامل مع damage frame إذا علمت أن الرسالة تحتوي على أربعة إطارات وأن الإطار الثالث به أخطاء

9) أرسم مخطط يوضح كيفية التعامل مع Lost data frame إذا علمت أن الرسالة تحتوي على أربعة إطارات وأن الإطار الثالث قد فقد

10) أرسم مخطط يوضح كيفية التعامل مع Lost acknowledgment إذا علمت أن الرسالة تحتوي على أربعة إطارات وأن إقرار الإطار الثالث قد فقد

الفصل العاشر
المحولات (الشبكات المحولية)
SWITCHING

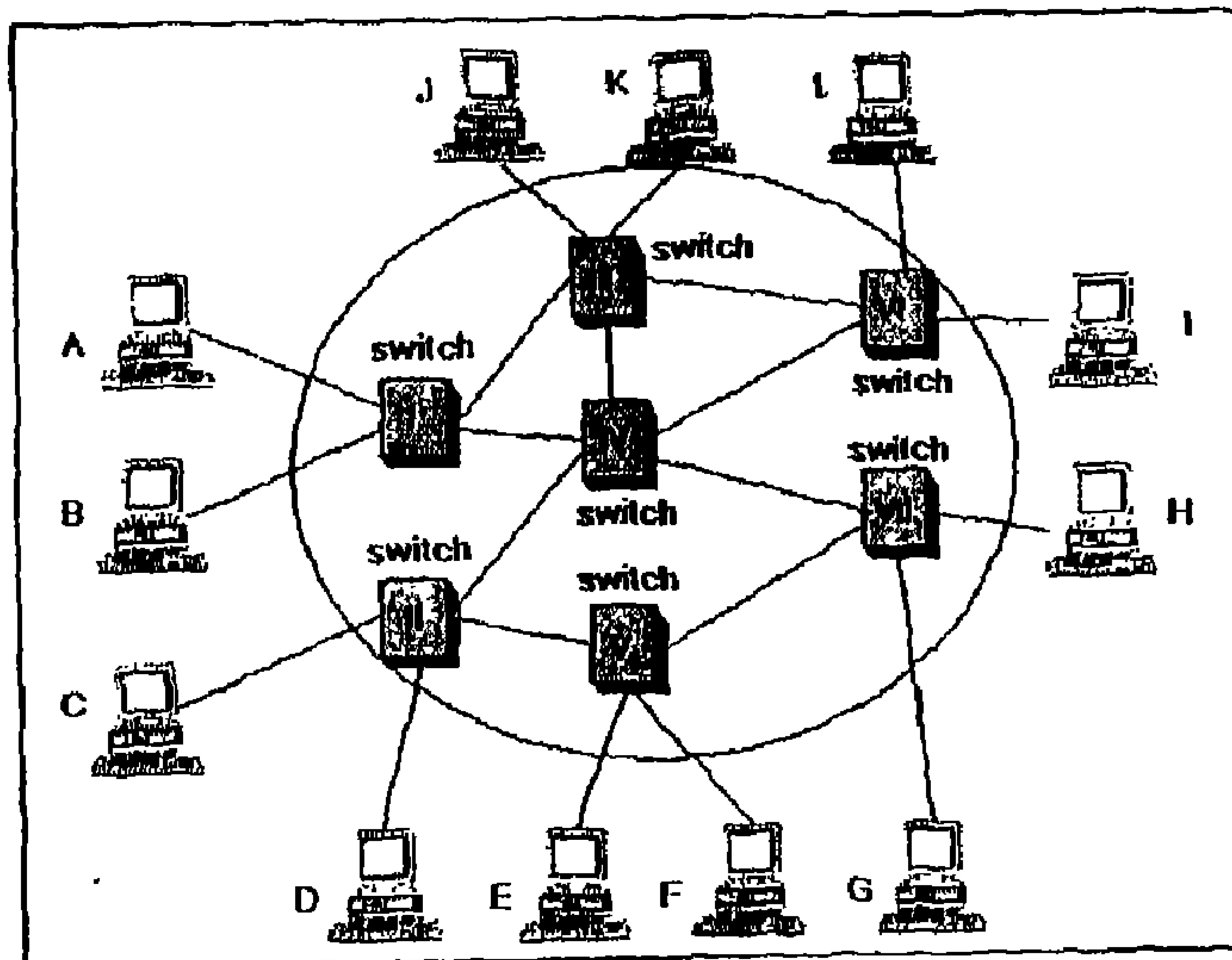
10.1) مقدمة

يوجد عدة طرق تتعلق بكيفية توصيل الأجهزة لأجراء الاتصال بينها. إحدى هذه الطرق هو توصيل الأجهزة (point-to-point) أي أن كل جهازين يكونا متصلين برابط واحد وهو ما تم دراسته في هيكل Mesh أو توصيل جميع الأجهزة من خلال جهاز مركزي وهو ما تم دراسته في هياكل star and Tree. هذه الطرق السابقة تعتبر غير عملية عندما يزداد عدد الأجهزة وتكون الشبكة كبيرة وتغطى مساحات كبيرة وبالتالي عند استخدام الطرق السابقة سيكون هناك حاجة إلى بنية تحتية كبيرة (too much infrastructure) وبالتالي لن تكون مجدية اقتصادية ولا مجدية عمليا حيث أنه يمكن ألا تعمل جميع هذه الروابط في وقت واحد. ولك أن تتخيل أنه إذا كان لديك 6 أجهزة (A,

B, C, D, E, and F) وتم توصيل هذه الأجهزة باستخدام هيكل Mesh أو هيكل Star وأراد الجهاز A (على سبيل المثال) أن يخاطب الجهاز B فستكون باقي الأجهزة الأخرى في حالة خمول (idle devices).

الحل المثالي للمشاكل السابقة هو استخدام تقنية التحولات (Switching) أي سيكون لدينا ما يسمى شبكات محوليه (Switching networks) بدلا من استخدام هياكل Mesh, tree, or bus

Switched networks تتكون من مجموعة من النقاط (أجهزة) يسمى محولات (switches). حيث أن Switches هي مكونات مادية أو برمجية لديها القدرة على إنشاء توصيلات مؤقتة بين جهازين أو أكثر حيث تكون الأجهزة مترابطة ببعضها من خلال switches وليس ارتباط مباشر. الشكل رقم 1 يوضح هيكل الشبكة المحولية (switched network) الذي يحتوي على التالي: 1) مجموعة من الأجهزة (A, B, C, D, E, F, G, H, I , J, K, and L). 2) مجموعة من switches (I, II, III, IV, V, VI, and VII). كل switch متصل بمجموعة من الروابط. تستخدم switches للتوصيل بين الروابط (توصيل رابطين في وقت واحد)

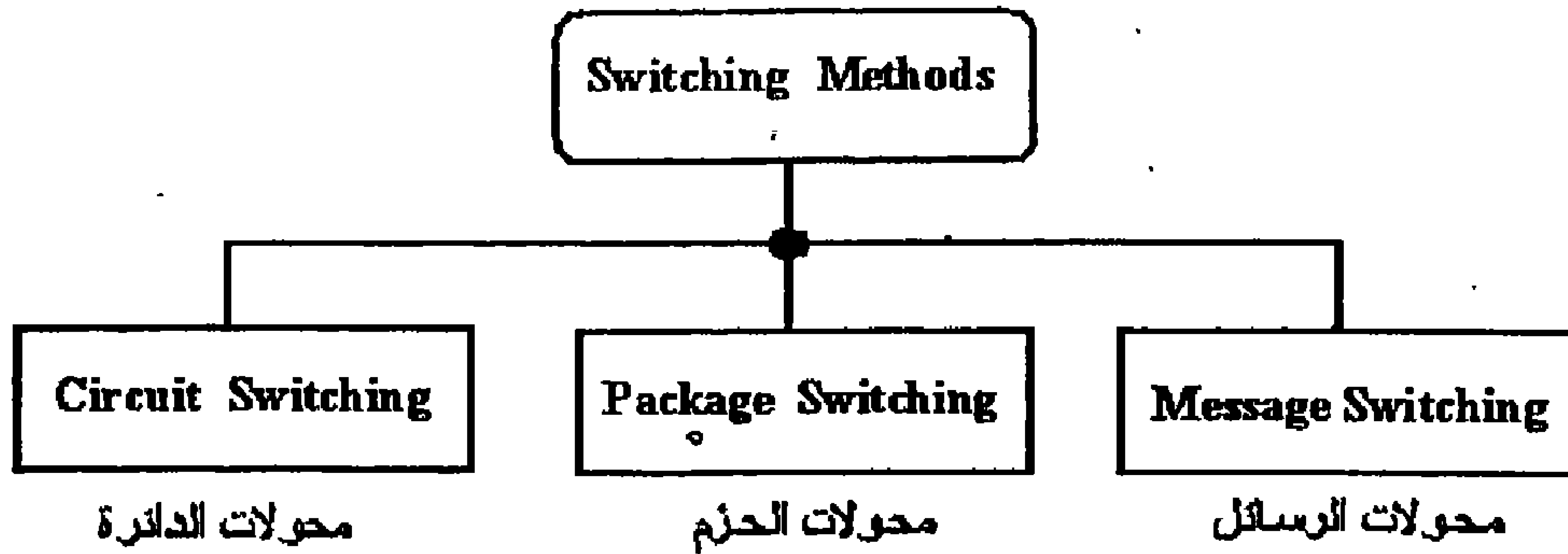


شكل 1 : هيكل الشبكة المحولية (switched network)

يوجد ثلاث طرق لعملية switching هي :

1) محولات الدائرة Circuit Switching
2) محولات الحزمة Package switching
3) محولات الرسالة Message Switching

الطريقة الأولى والثانية شائعي الاستخدام في وقتنا الحاضر والطريقة الثالثة لا تستخدم الآن إلا في بعض التطبيقات الخاصة

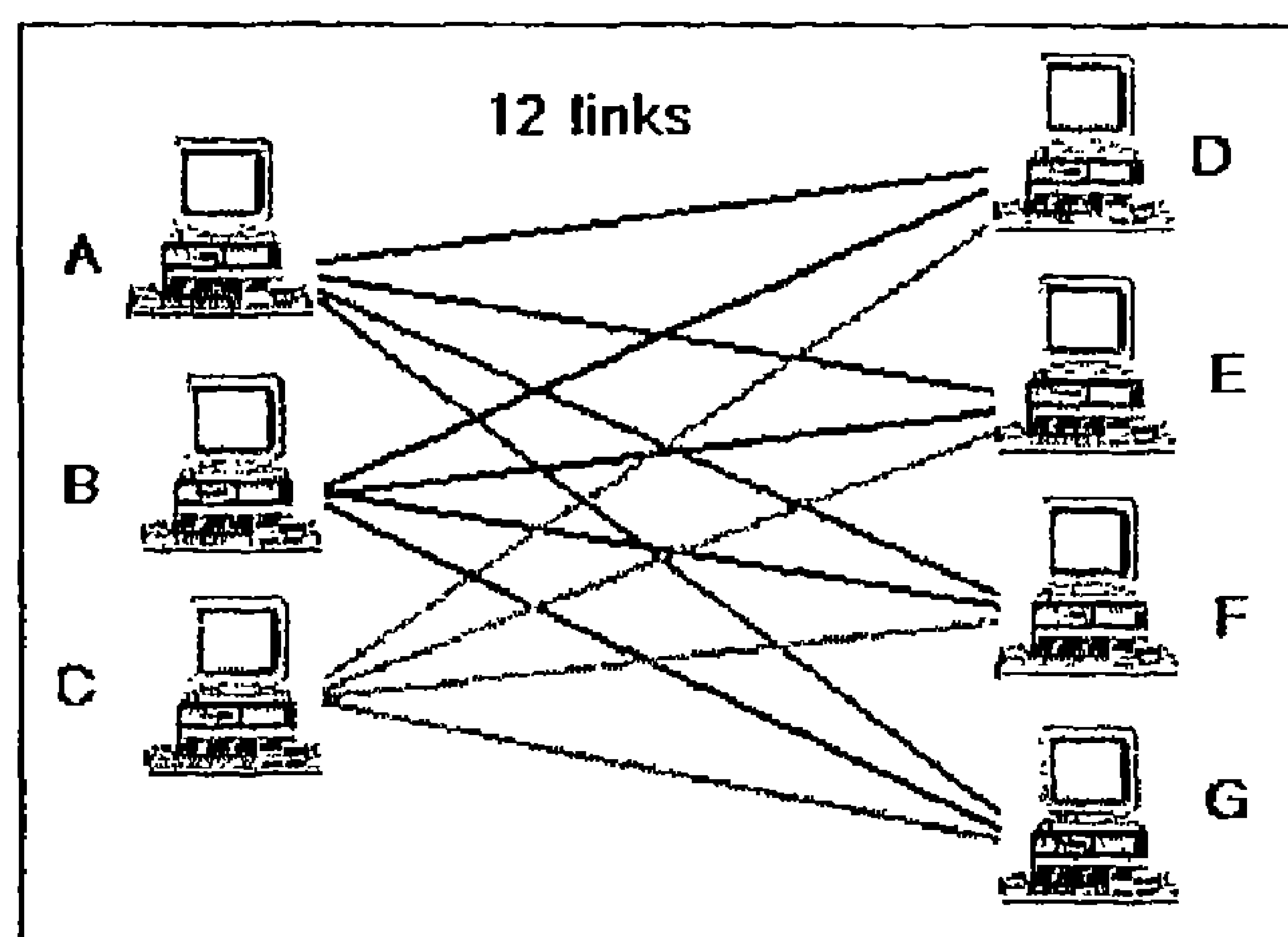


سنكتفي في هذا الفصل بدراسة الطريقة الأولى والثانية فقط

10.2) محولات الدائرة CIRCUIT SWITCHING

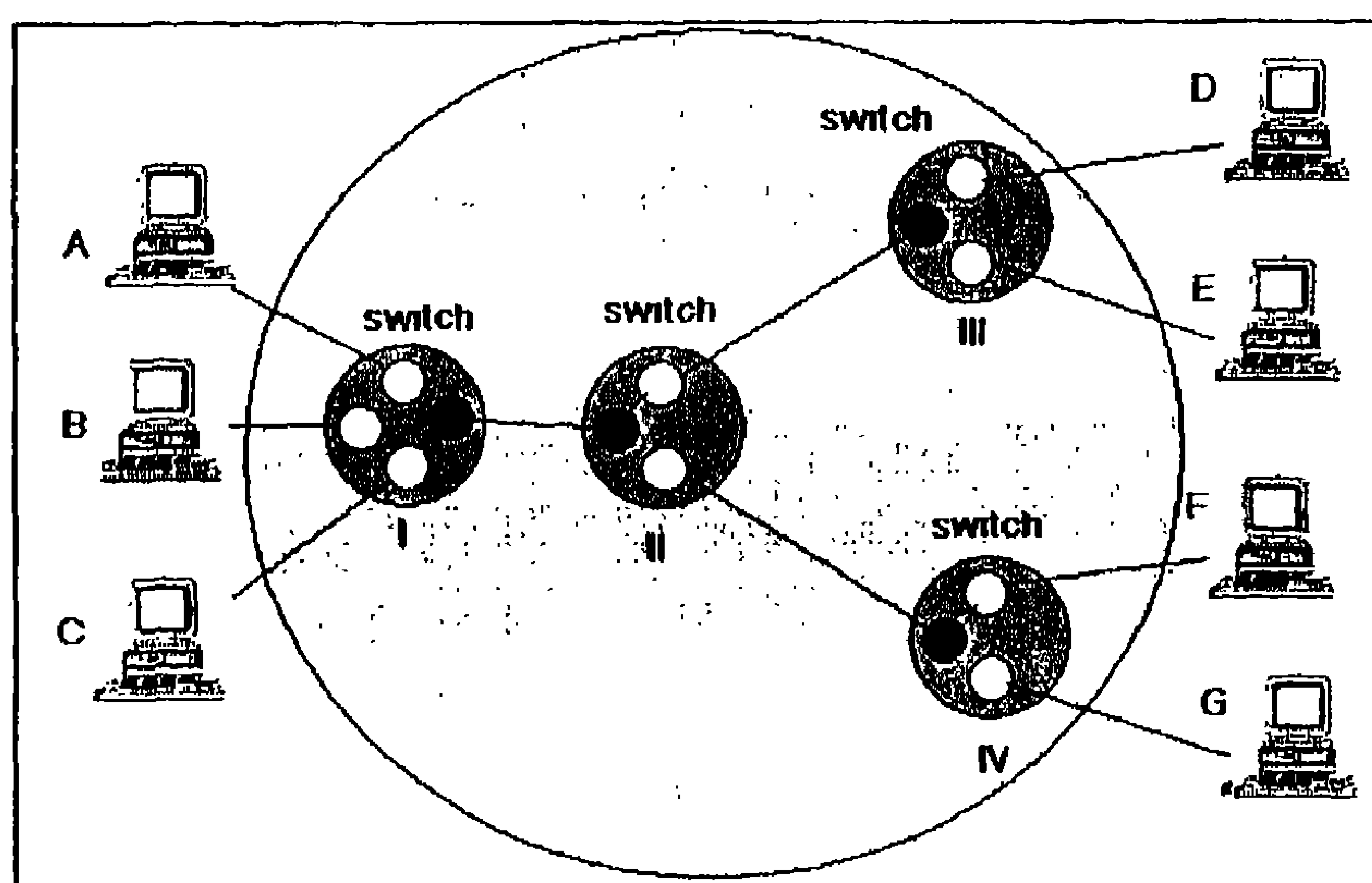
Circuit switching هي عملية خلق توصيل مادي مباشر بين جهازين مثل التليفونات وأجهزة الحاسب. على سبيل المثال إذا استخدمنا خاصية point-to-point لتوصيل ثلاثة الأجهزة (A, B, and C) بأربعة أجهزة أخرى (D, E, F, and G) فذلك يتطلب 12 رابط والشكل رقم 2 يوضح ذلك

في هذه الحالة يمكننا استخدام circuit switching حيث يوجد 4 Switches (الشكل رقم 3) لتقليل أطوال وعدد الروابط. في الشكل رقم 3 تم توصيل الجهاز A بالجهاز D. بواسطة التحكم في أزرع المحول (switch levers) يمكن توصيل أحد الأجهزة الموجودة في الجانب الأيسر للمحول بأحد الأجهزة الأخرى بالجانب الأيمن



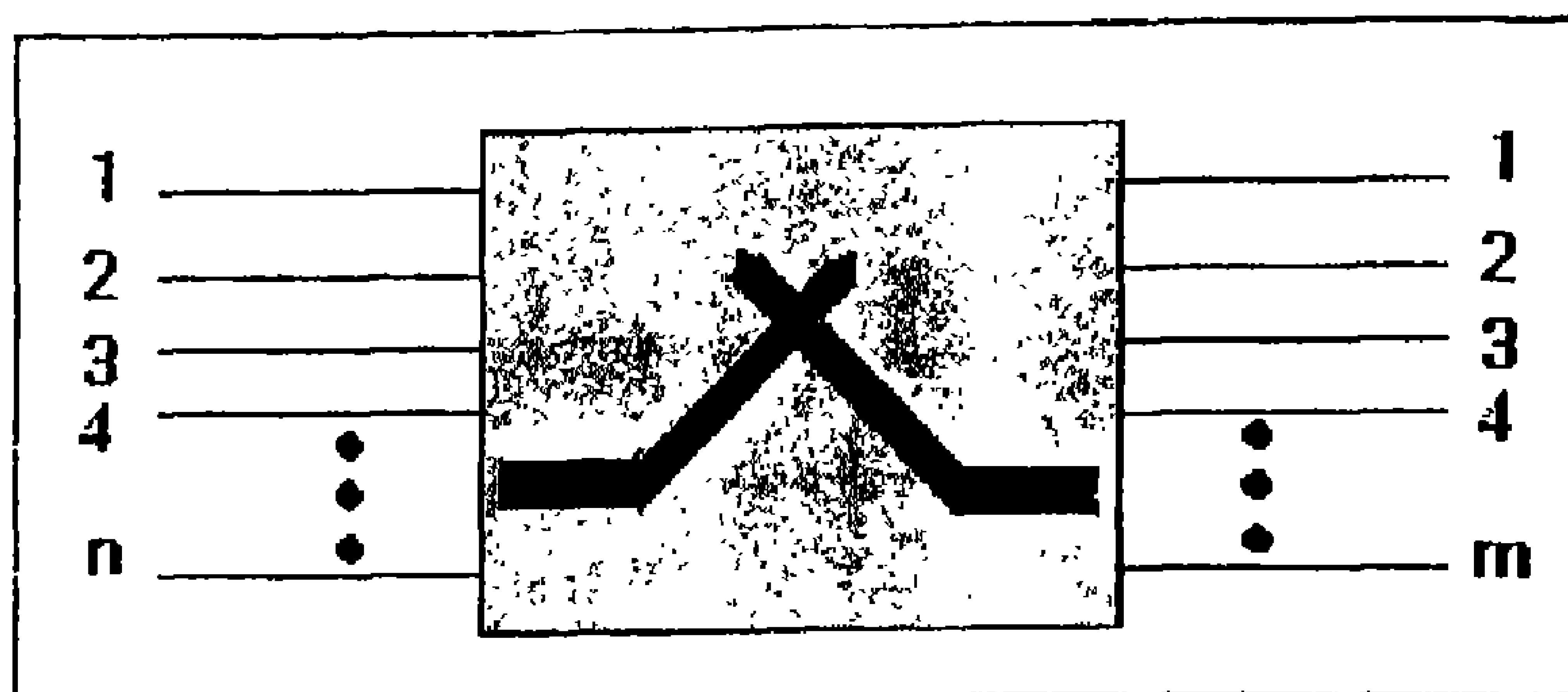
شكل رقم 2: توصيل ثلاثة أجهزة (A, B, and C)

بأربعة اجهزة أخرى (D, E, F, and G)



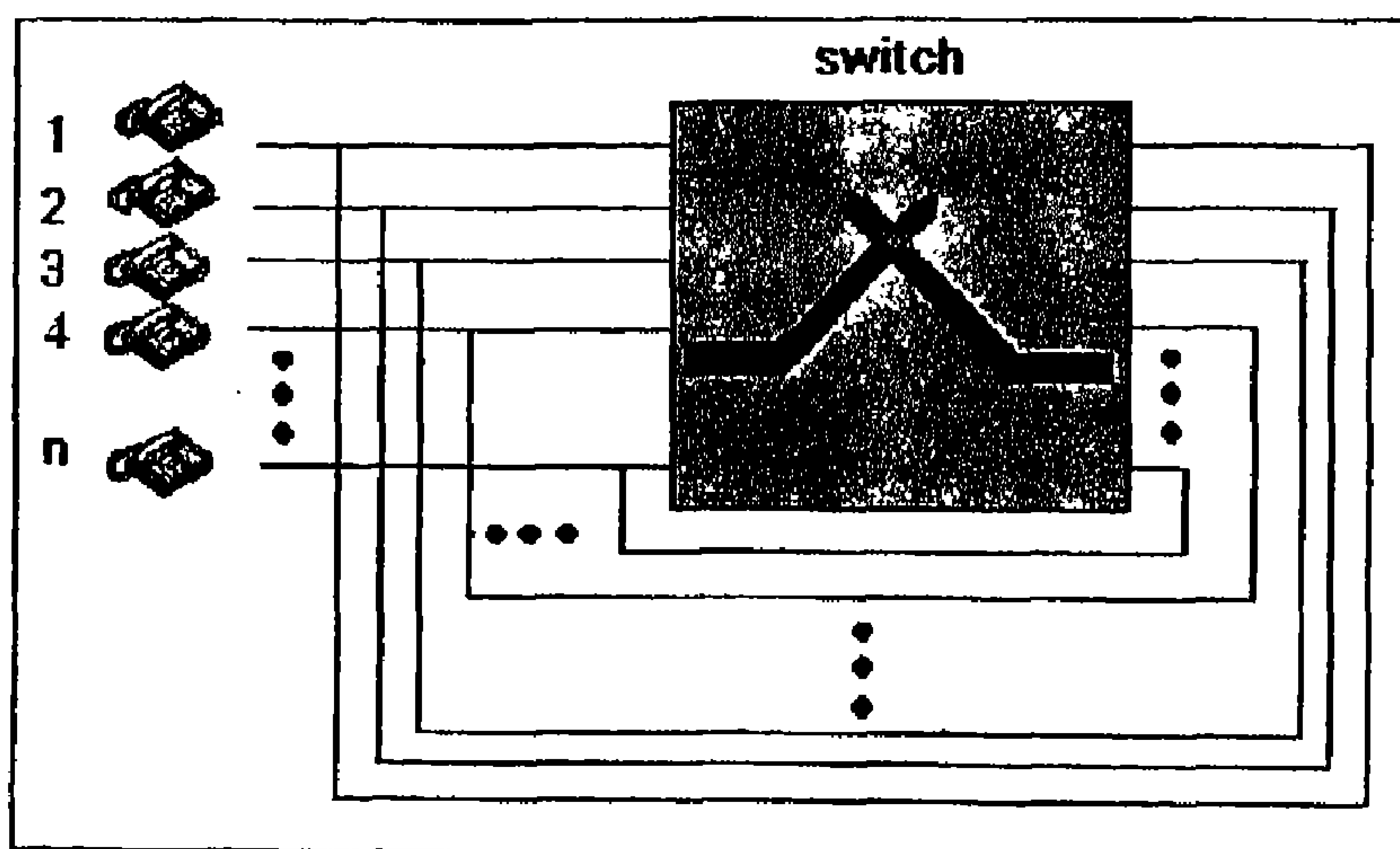
شكل 3: شبكة محولات الدائرة Circuit-Switched network

Circuit switch هو جهاز له عدد (n) من المدخلات وعدد (m) من المخرجات ويستخدم لأجراء توصيل مؤقت بين الجهاز المتصل بأحد أطراف الدخل بالجهاز المتصل بأحد أطراف الخرج. الشكل رقم 4 يوضح شكل Circuit switch



شكل 4 : محول الدائرة Circuit switch

المحول (nxn) المطوي (n-by-n folded switch) يستخدم n من الروابط في -full duplex mode . فعلى سبيل المثال يمكن توصيل عدد n من التليفونات بطريقة معينة بحيث أن كل جهاز يمكنه الاتصال بجميع الأجهزة الأخرى. الشكل رقم 5 يوضح شكل المحول المطوي (folded switch)

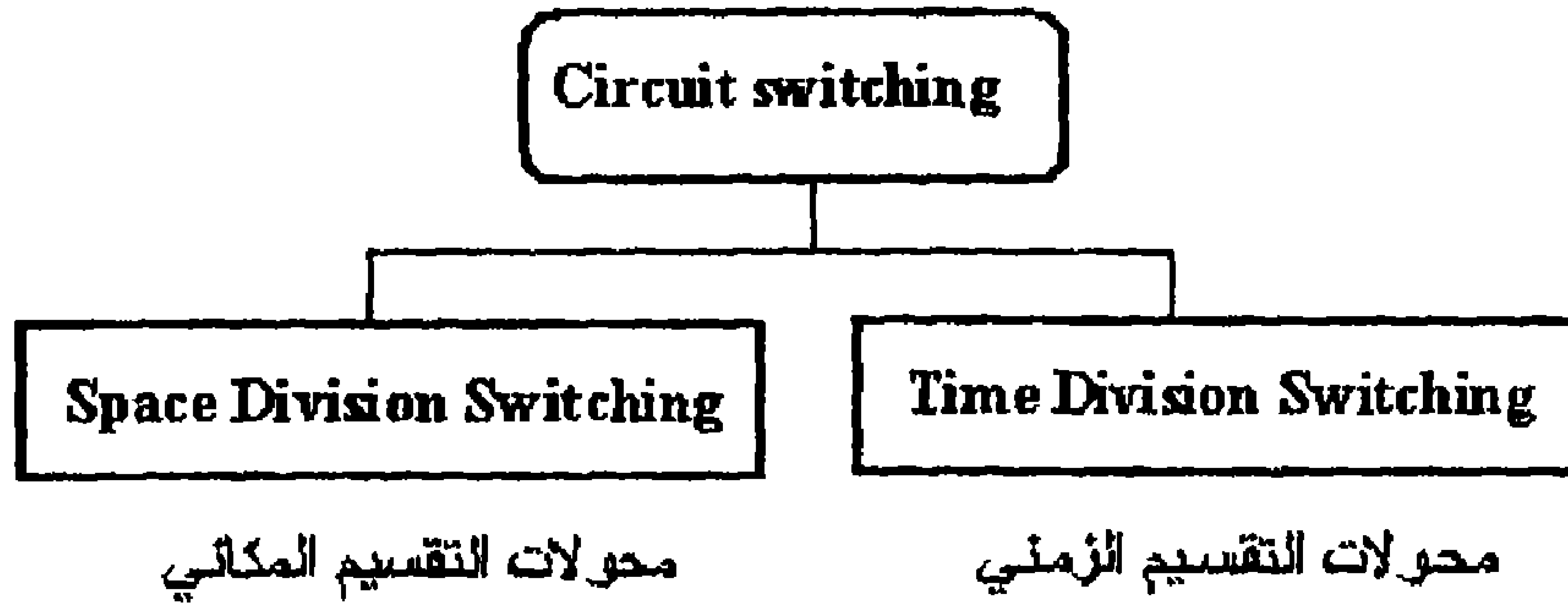


شكل 5:المحول المطوي (folded switch)

محول الدائرة Circuit switching يمكن أن يستخدم أحد التقنيتين التاليتين:

1) محول التقسيم المكاني Space Division Switching

2) محول التقسيم الزمني Time Division Switching

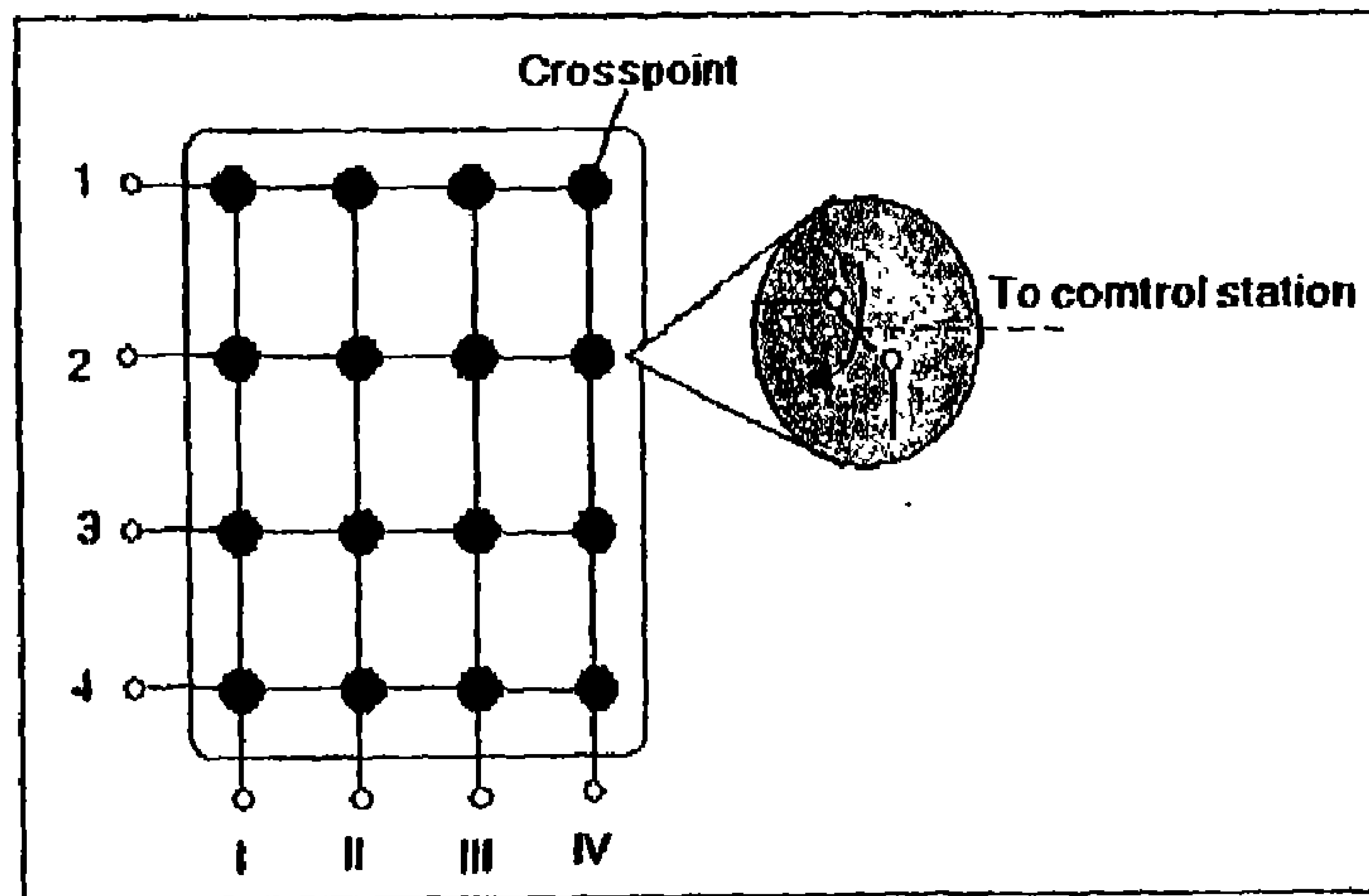


10.2.1) محولات التقسيم المكاني SPACE-DIVISION SWITCHES

هذه التقنية صممت أساسا للاستخدام مع الشبكات المتصلة (analog networks) ولكنها حديثا أصبحت تستخدم مع الشبكات المنطقية (digital networks). حدثت تطورات عديدة في تصميمات هذا النوع وسنذكر في الجزء التالي بعض هذه التصميمات

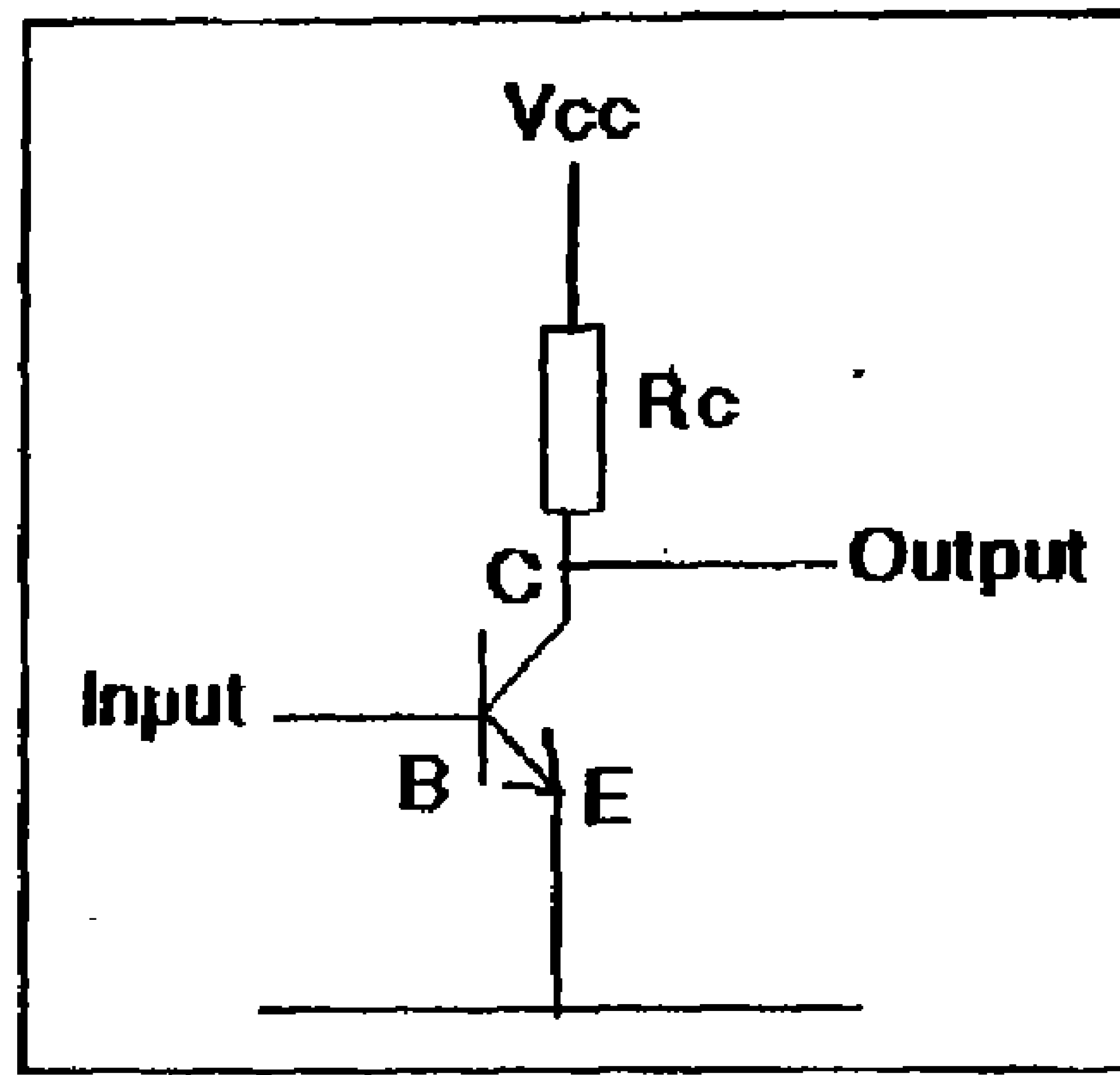
a) محولات التقاطعات الأحادي Crossbar Switches

الشكل رقم 6 يوضح شكل Crossbar switch. يستخدم هذا التصميم لربط عدد (n) من أطراف الدخل مع عدد (m) من أطراف الخرج في شبكة (grid) باستخدام المحول الالكتروني (Transistor) an electronic switch في كل تقاطع (cross-point). من أهم عيوب هذا التصميم هو تعدد التقاطعات. فكلما زاد قيمة m and n زادت التقاطعات (إذا كانت m=1000 وكانت n=1000 فان عدد التقاطعات يساوي 1000000) وذلك مما يحد من استخدام هذا التصميم في التوصيلات المتعددة.



شكل 6 : Crossbar switch

الشكل رقم 7 يوضح شكل المكون الداخلي (electronic switch) في crossbar switch حيث أنه في عدم وجود نبضة (جهد عالي) على قاعدة transistor (base) فسيكون في الحالة (off-state) وبالتالي يكون تيار الخرج (collector current) يساوي صفر أي يكون switch غير موصل والعكس عندما يتم إدخال نبضة على قاعدة Transistor والتي تجعل الترانزستور في حالة تشبع (saturation sate) أي يكون في حالة توصيل.



شكل 7: المكون الداخلي (electronic switch) في crossbar switch

b) محول التقاطعات المتعدد المراحل

Multistage Switch (Multiple crossbar switch)

لحل معوقات استخدام crossbar switch يستخدم multistage switch حيث أنه يتم تجميع عدد من crossbar switch في مراحل متعددة. في حالة استخدام multistage switch تكون الأجهزة مترابطة بواسطة switches وتكون هذه switches مرتبطة داخليا switches أخرى. يعتمد تصميم multistage switch على عاملين أساسين هما عدد المراحل الداخلية وعدد switches في كل مرحلة

بصفة عامة تحتوي المراحل المتوسطة على أقل عدد من switches مقارنة بالمرحلة الأولى والأخيرة

مثال 1 :

صمم three-stage multistage switch يحتوي على ثلاث مراحل: المرحلة الأولى والثالثة تحتوي كل منهما على three crossbar switches والمرحلة الثانية تحتوي على two crossbar switches وذلك لاستخدامه في ربط 15 جهاز ب 15 جهاز آخر وذلك من خلال حساب التالي :

- عدد أطراف الدخل والخرج لكل crossbar switch في كل مرحلة
- إجمالي عدد التقاطعات في كل مرحلة
- إجمالي عدد التقاطعات في التصميم المقترح

قارن بين إجمالي عدد التقاطعات الحادثة في هذا التصميم وعدد التقاطعات الحادثة حين استخدام single-stage crossbar switch

الحل:

أولا: استخدام المحول متعدد المراحل Multistage switch

حيث أن المرحلة الأولى تحتوي على three crossbar switches ولدينا 15 جهاز في دخل multistage switch فسيتم تقسيمهم على ثلاث مجموعات كل مجموعة تحتوي على 5 أجهزة . بالتالي يكون لدينا في المرحلة الأولى للتصميم الداخلي عدد 3 crossbar switches كل واحد منهم يحتوي على خمسة أطراف في الدخل (M1 = 5)

.

حيث أن المرحلة الثالثة تحتوي على three crossbar switches ولدينا 15 جهاز في خرج multistage switch فسيتم تقسيمهم على ثلاث مجموعات كل مجموعة تحتوي على 5 أجهزة . بالتالي يكون لدينا في المرحلة الثالثة للتصميم الداخلي عدد 3 crossbar switches كل واحد منهم يحتوي على خمسة أطراف في الخرج .(N3 = 5)

الطريقة أولى :

لربط خرج كل switch في المرحلة الأولى بعدد two switches الموجودة في المرحلة الثانية يكون عدد أطراف الخرج لكل switch في المرحلة الأولى يساوي (N1=2)

لربط خرج كل switch في المرحلة الثالثة بعدد two switches الموجودة في المرحلة الثانية يكون عدد أطراف الدخل لكل switch في المرحلة الثالثة يساوي (M3=2). بالتالي يكون عدد أطراف الدخل لكل switch في المرحلة الثانية يساوي (M2=3) وعدد أطراف الخرج له يساوي (N2=3)

الطريقة الثانية

حيث أن المرحلة الثانية تحتوي على two crossbar switches ولكي يتم ربط كل switch في المرحلة الثانية بجميع three switches الموجودة في المرحلة الأولي فسيكون عدد أطراف الدخل لكل switch في المرحلة الثانية يساوي (M2=3)

المرحلة الثانية تحتوي على two crossbar switches ولكي يتم ربط كل switch في المرحلة الثانية بجميع three switches الموجودة في المرحلة الثالثة فسيكون عدد أطراف الخرج لكل switch في المرحلة الثانية يساوي (N2=3). وبالتالي يكون عدد أطراف الخرج لكل switch في المرحلة الأولى يساوى (N1=2) وعدد أطراف الدخل لكل switch في المرحلة الثالثة يساوى (M3=2)

ثانيا:م أي من الطريقتان السابقتان يكون لدينا الآن

- المرحلة الأولى تحتوي على three (5 x 2) crossbar switches
- المرحلة الثالثة تحتوي على three (2 x 5)crossbar switches
- المرحلة الثانية تحتوي على two (3 x 3) crossbar switches

ثانيا:عدد التقاطعات cross points في هذا التصميم يتم حسابها كالتالي :

- المرحلة الأولى: تحتوي على three switches كل switch به 10 تقاطعات (5x2)

إجمالي عدد التقاطعات في المرحلة الأولى = 2 x 5 x 3 = 30 تقاطع

- المرحلة الثالثة: تحتوي على three switches كل switch به 10 تقاطعات (2x5)

إجمالي عدد التقاطعات في المرحلة الأولى = 5 x 2 x 3 = 30 تقاطع

- المرحلة الثانية : تحتوي على two switches كل switch به 10 تقاطعات (5x2)

إجمالي عدد التقاطعات في المرحلة الأولى = 3 x 3 x 2 = 30 تقاطع

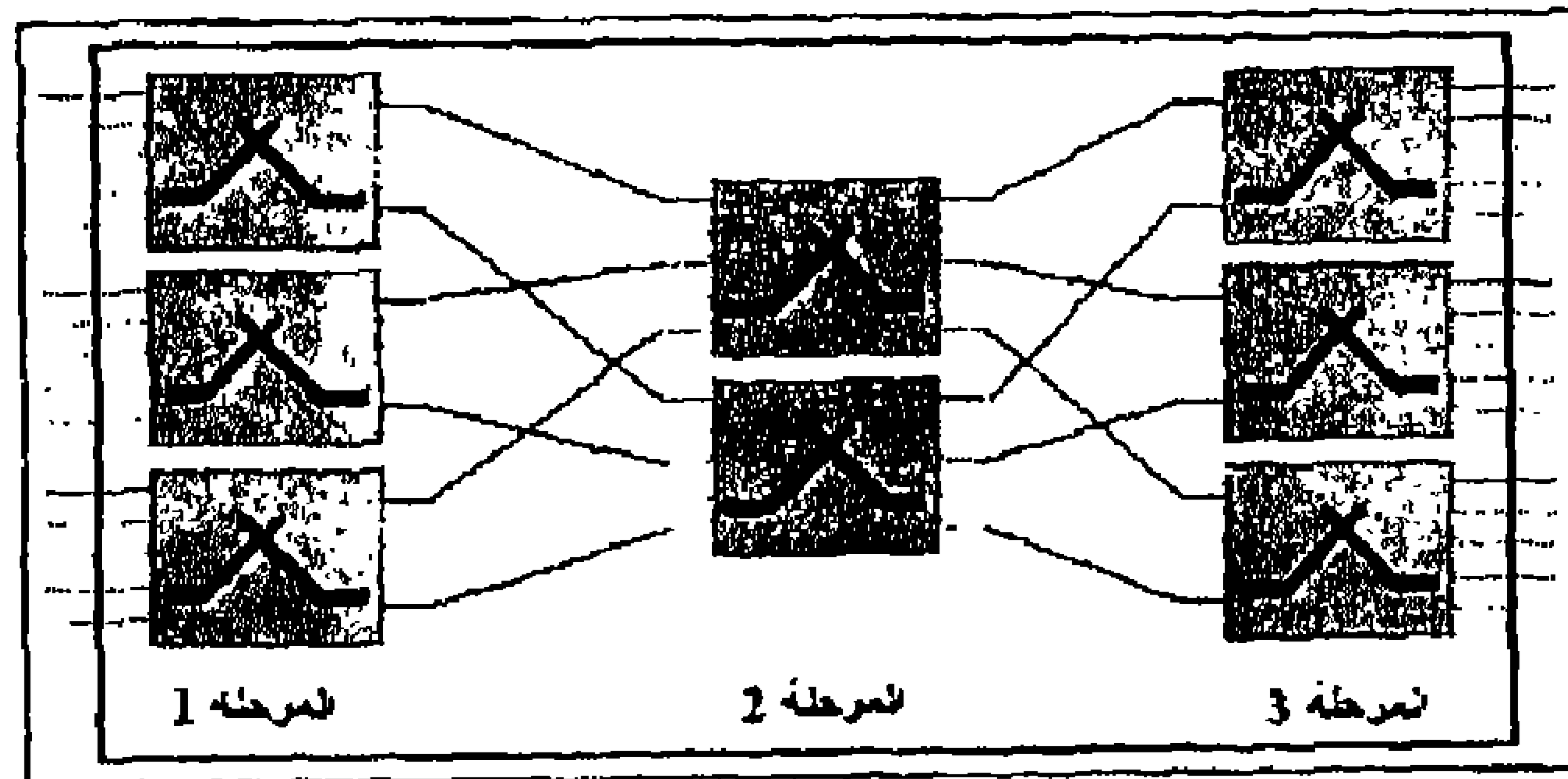
الإجمالي الكلي لعدد التقاطعات يساوي (18 + 30 + 30) 78 تقاطع

الشكل رقم 8 يوضح محول التقاطعات المتعدد المراحل Multistage switch

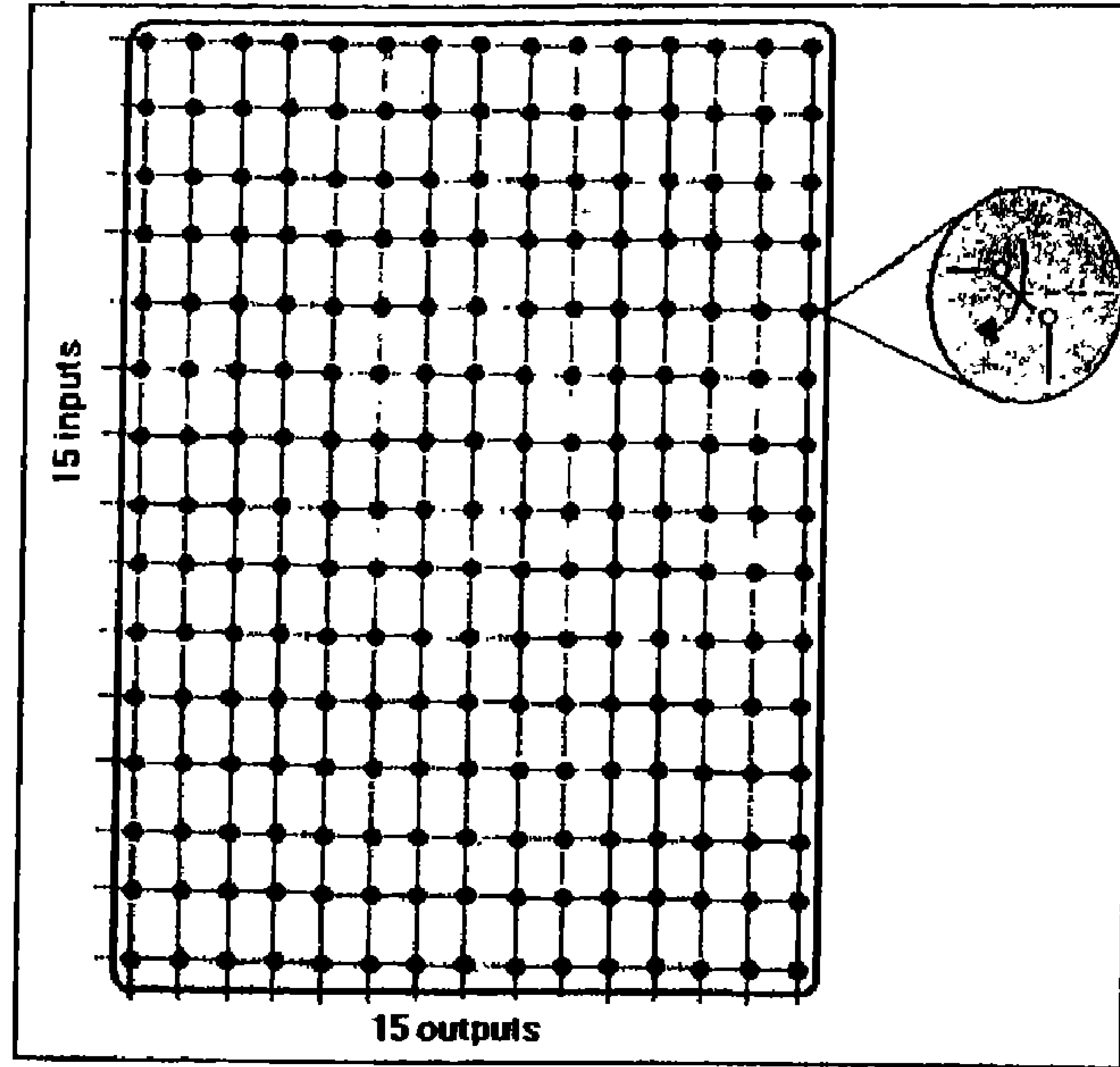
ثانيا : استخدام محول التقاطعات الأحادي single-stage crossbar switch

في حالة استخدام crossbar switch (single-stage switch) فسيكون عدد 15 دخل وعدد 15 خرج أي يكون هناك 225 تقاطع (15 x 15) أي نحتاج إلى 225 ترانزستور بالإضافة إلى تعقيدات التوصيل . الشكل رقم 9 يوضح شكل محول التقاطعات الأحادي Single-stage crossbar switch

يتبين مما سبق أن التصميم باستخدام محول التقاطعات المتعدد المراحل (multistage stage switch design) يحتوي على 30% من تقاطعات مقارنة بمحول التقاطعات الأحادي (single-stage switch). تقليل التقاطعات (cross points) يؤدي إلى حدوث ظاهرة Blocking وهو ما سنتناوله في الجزء التالي



شكل 8: محول التقاطعات المتعدد المراحل Multistage switch (مثال رقم 1)



شكل 9: محول التقاطعات الأحادي Single-stage crossbar switch (مثال رقم1)

المسارات المتعددة Multiple Paths

من أحد مزايا استخدام multistage switch هو تعدد الخيارات في اختيار المسار المستخدم لربط جهازين . الشكل رقم 10 يوضح خيارات المسارات المتعددة للمحولات متعددة المراحل. الشكل يوضح أحد الخيارين (a and b) لربط الجهاز المتصل بالدخل الرابع مع جهاز آخر متصل بالخرج التاسع :

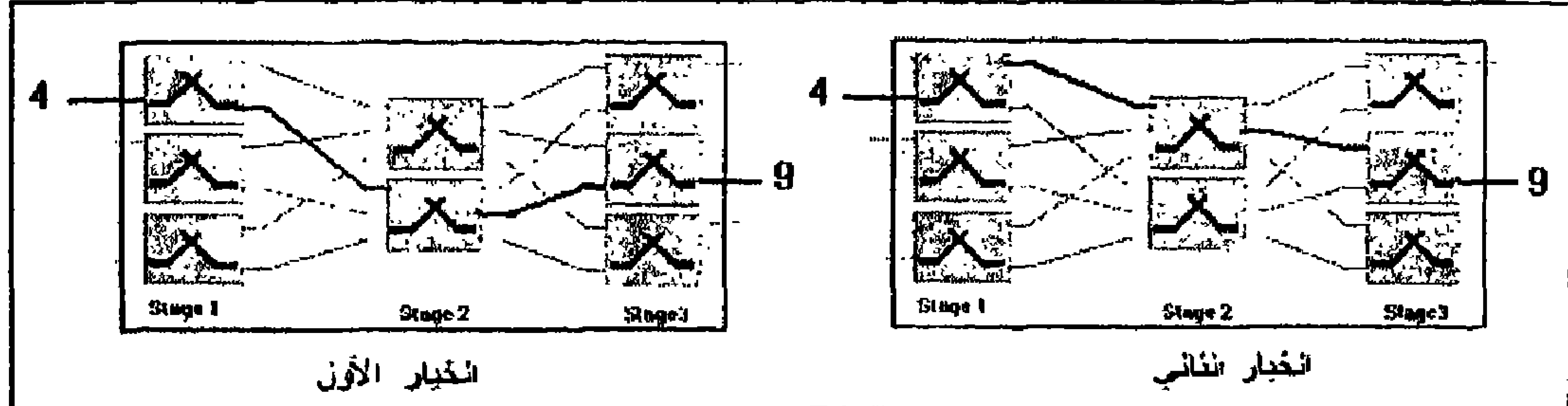
a) الخيار الأول: مسار انتقال الإشارة من الدخل الرابع إلى الخرج التاسع باستخدام crossbar switch السفلي في المرحلة المتوسطة (شكل a)

b) الخيار الثاني: مسار انتقال الإشارة من الدخل الرابع إلى الخرج التاسع باستخدام crossbar switch العلوي في المرحلة المتوسطة (شكل b)

Blocking

Blocking تعني أنه في بعض الأحيان لا يمكن ربط أحد الأجهزة الموجودة في دخل multistage switch بأحد الأجهزة الموجودة في خرج multistage switch. تحدث

ظاهرة Blocking عندما يحدث زيادة (تعدد) في طرق المرور (traffic) داخل multistage switch حيث أنه يمكن أن تكون أحد المسارات مشغولة بربط أجهزة أخرى



شكل 10: خيارات المسارات المتعددة للمحولات متعددة المراحل

أحد المشاكل الناجمة عن حدوث ظاهرة Blocking هو أنه عندما يتصل شخص بآخر تليفونيا يجد أن الخط مشغول ليس لأن الشخص الآخر يستعمل التليفون ولكن لعدم وجود مسار يستطيع استخدامه للاتصال بالشخص الآخر. لا يمكن أن تحدث ظاهرة Blocking في حالة استخدام single-stage crossbar switch وذلك لوجود مسار واحد فقط لربط كل جهازين

(10.2.2 محولات التقسيم الزمني TIME-DIVISION SWITCHES

هذا النوع يستخدم تقنية TDM (Time-Division Multiplexing) لعمل Switching. هناك طريقتان شائعتا الاستخدام:

a) تبادل الشقوق الزمنية Time-Slot Interchanging

b) ناقل التقسيم الزمني TDM Bus

a) تبادل الشقوق الزمنية Time-Slot Interchanging (TSI)

الشكل رقم 11 يوضح الفارق بين TDM في حالة عدم وجود TSI و TDM في حالة وجود TSI. الشكل (a) يبين أن الترتيب التالي إلزامي:

الجهاز الأول في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الأول في الجانب الأيمن

الجهاز الثاني الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الثاني في الجاني الأيمن

الجهاز الثالث في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الثالث في الجاني الأيمن

الجهاز الرابع في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الرابع في الجاني الأيمن

باستخدام TSI يمكن أن يقوم الجهاز الموجود في الجانب الأيسر بإرسال معلوماته إلى أي جهاز في الجانب الأيمن

الشكل (b) يوضح أحد الأمثلة العملية للاتصالات باستخدام TSI :

الجهاز الأول في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الثالث في الجاني الأيمن

الجهاز الثاني الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الرابع في الجاني الأيمن

الجهاز الثالث في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الأول في الجاني الأيمن

الجهاز الرابع في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الثاني في الجاني الأيمن

كيفية عمل TSI

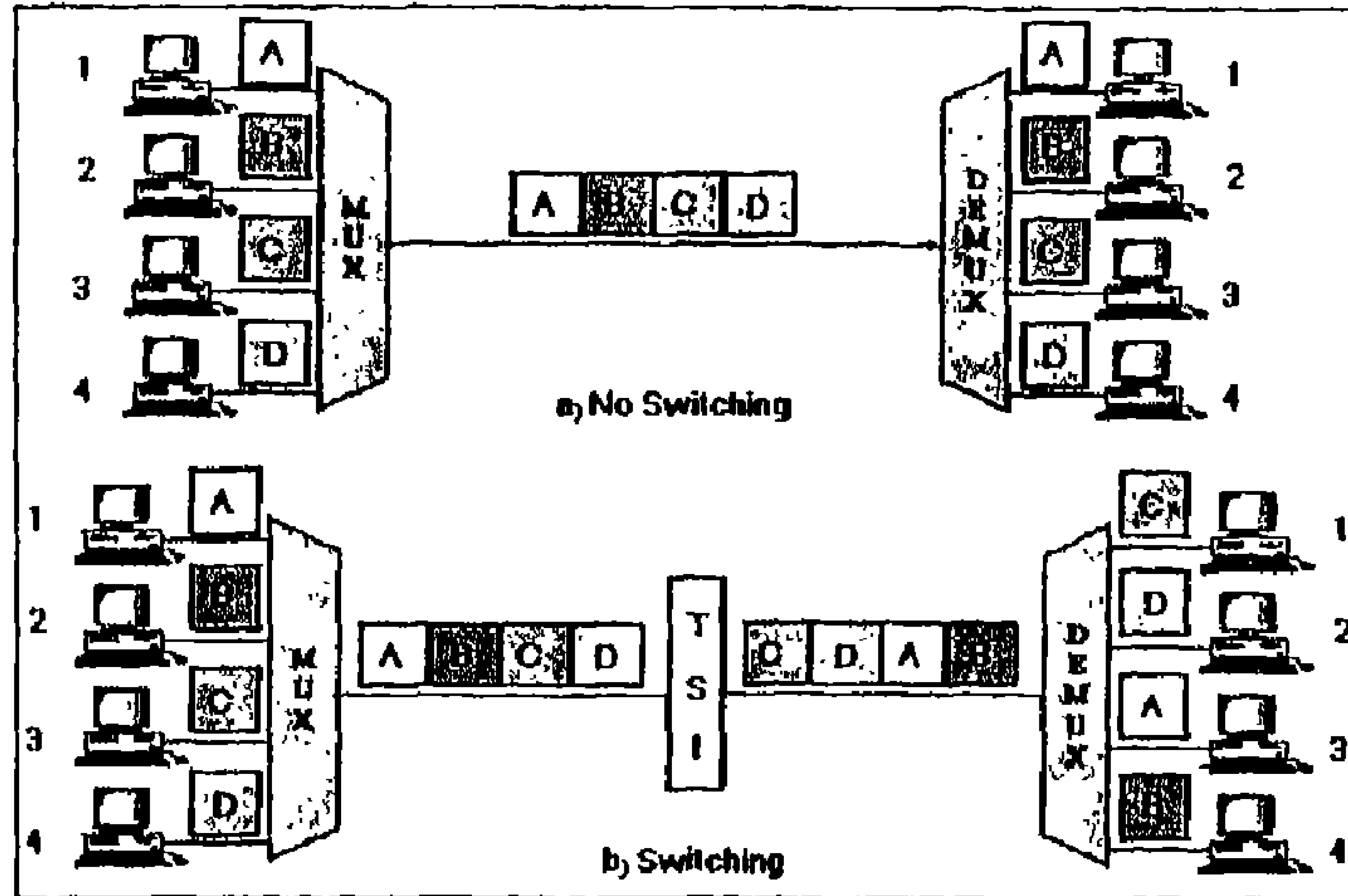
الشكل رقم 12 يوضح عملية TSI

- يتكون TSI من ذاكرة قراءة وكتابة (RAM – Random Access Memory)
- عدد Memory Location يساوي عدد الدخول
- محتوى كل Memory Location يساوى محتوى slot الواحد
- في معظم الحالات يكون عدد الدخول يساوي عدد الخروج
- تملئ Memory Location بالبيانات القادمة من المرسل حسب ترتيب إرسالها من المرسل

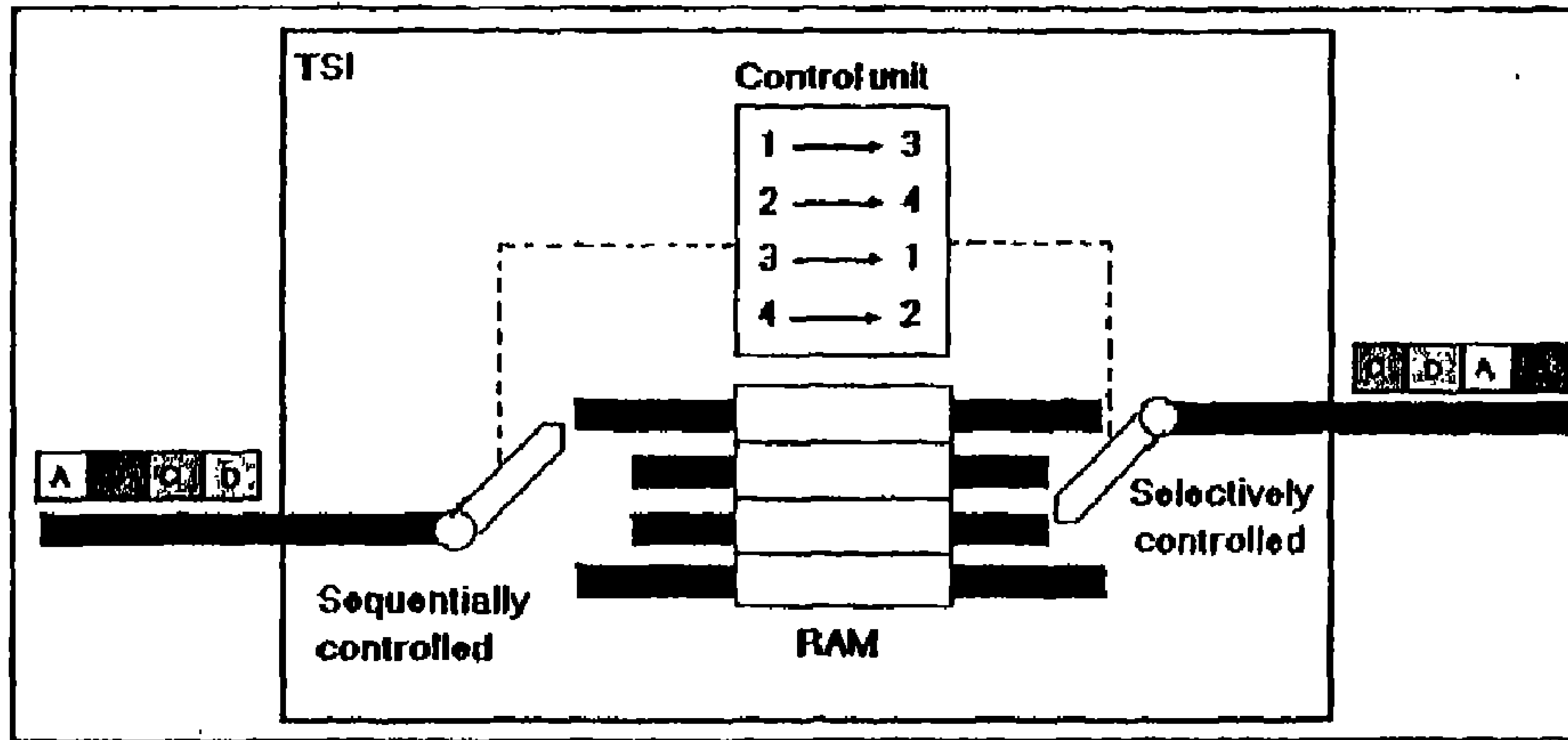
A ⟶ B ⟶ C ⟶ D

- تسحب البيانات من Memory Location حسب ترتيب المطلوب لتوزيعها على أجهزة الاستقبال

يحدد ترتيب سحب البيانات تبعا لقرارات وحدة التحكم (control unit)



شكل 11: الفارق بين TDM في حالة عدم وجود TSI و TDM في حالة وجود TSI

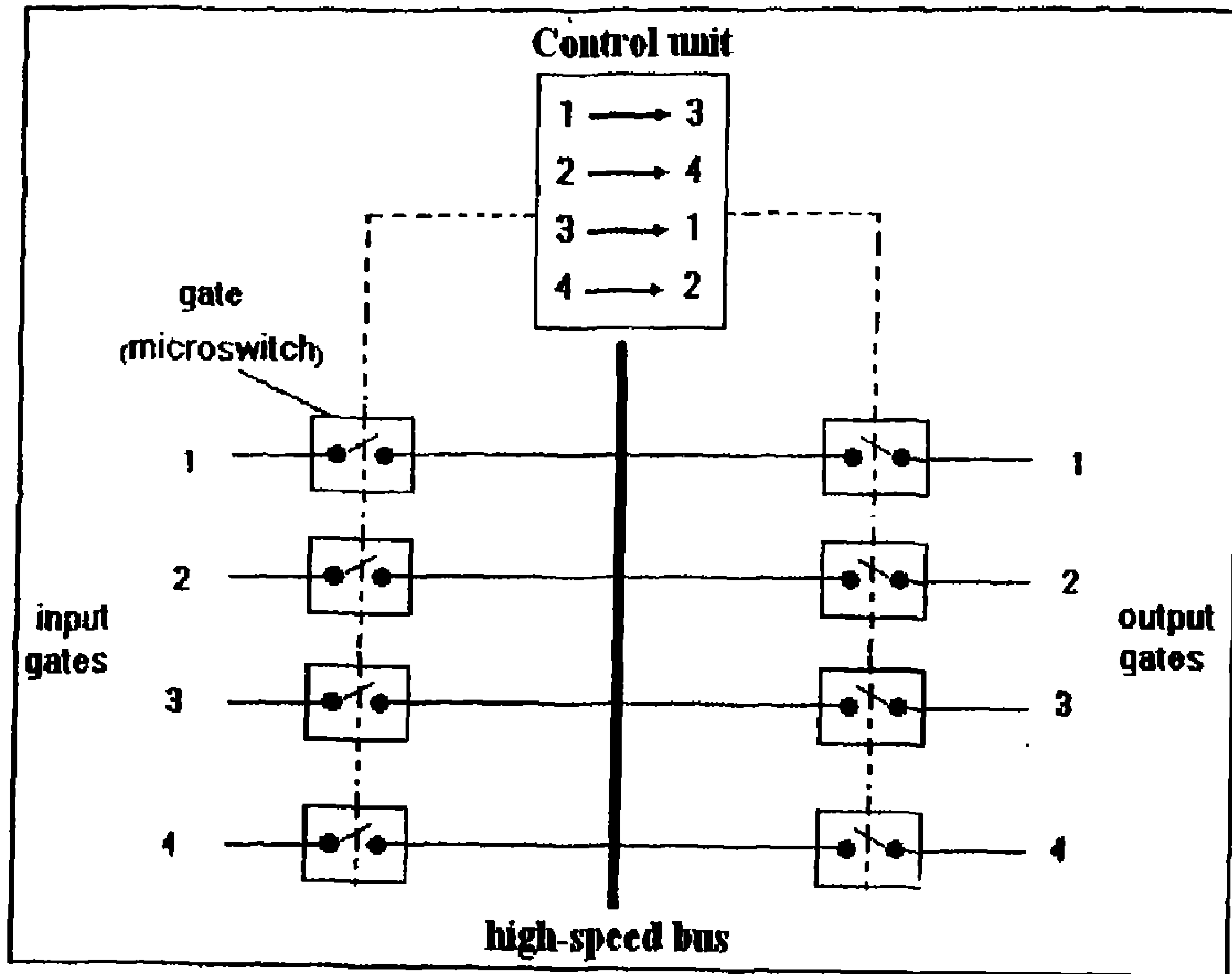


شكل 12: عملية TSI

TDM bus (b

الشكل رقم 13 يوضح شكل مبسط لـ TDM bus

أطراف الدخل والخرج متصلة بمسار عالي السرعة (high speed bus) خلال مجموعة من البوابات للدخل والخرج (Microswitch) . كل بوابة دخل تغلق خلال مرة من بين 4 مرات (one of 4 time slots). في نفس وقت slot يتم غلق بوابة خرج واحدة. هذا الأسلوب يمكن البيانات من الانتقال من أي طرف من أطراف الدخل إلى أي طرف من أطراف الخرج باستخدام المسار العالي السرعة. وحدة التحكم هي التي تقوم بالتحكم في غلق أو فتح (gate) Microswitch تبعا لعملية switching



شكل 13: شكل مبسط لـ TDM bus

على سبيل المثال (كما هو موضح بالشكل السابق)

- في أول time slot يتم غلق البوابة عند الدخل الأول والبوابة عند الخرج الثالث
- في ثاني time slot يتم غلق بوابة الدخل الثاني والخرج الرابع

ملحوظات

1) Circuit switching تصمم للاستخدام في الاتصالات التليفونية
2) أثناء المحادثات التليفونية (على سبيل المثال): بمجرد أنشاء دائرة الاتصال تستمر هذه الدائرة في العمل طوال فترة المحادثة. أي أن التوصيل بين الطرفين يستمر طوال فترة المحادثة طالت أم قصرت

10.3) محولات الحزمة PACKET SWITCHING

محولات الحزمة Circuit switching صممت خصيصا للاتصالات الصوتية (Voice communications) . فعلى سبيل المثال في المحادثات التليفونية فانه بمجرد إنشاء circuit فأنها تستمر متصلة طوال فترة المحادثة

10.3.1) قصور محولات الدائرة Weakness Of Circuit Switching

1) Circuit switching أقل ملائمة للاتصالات الخاصة بنقل data (data communication) وذلك لأنه في data communication يتم إرسال إطارات البيانات بينها فترات وهذه الفترات يكون الاتصال فيها خامل وبالتالي يكون هناك عدم استغلال لبعض التسهيلات والإمكانيات

2) القصور الثاني المتعلق باستخدام Circuit switching في data communication هو سرعة إرسال البيانات حيث أنه في circuit switching يوجد هناك ربط بين جهازين مع فرض تساوي data rate لهما وهذا يؤدي إلى عدم وجود سماحية للعمل مع data rates متغيرة لأجهزة الاتصال الرقمية المستخدمة

3) Circuit switching غير مرن (inflexible) حيث أنه بمجرد إنشاء circuit فان هذا circuit يكون المسار المستخدم بواسطة جميع أجزاء الإرسال (all parts of the transmission)

4) Circuit switching تنظر إلى all transmission بنظرة متساوية وبالتالي فانه ليس هناك إمكانية إجراء خصوصية تغيير لبعض الأجهزة عن الأجهزة الأخرى. فعلى سبيل المثال الإرسال من X يتم إجراؤه في جميع الأوقات ولكن الإرسال من Z يعتمد على الزمن

الحل المثالي لجميع أوجه القصور السابقة هو استخدام Packet switching

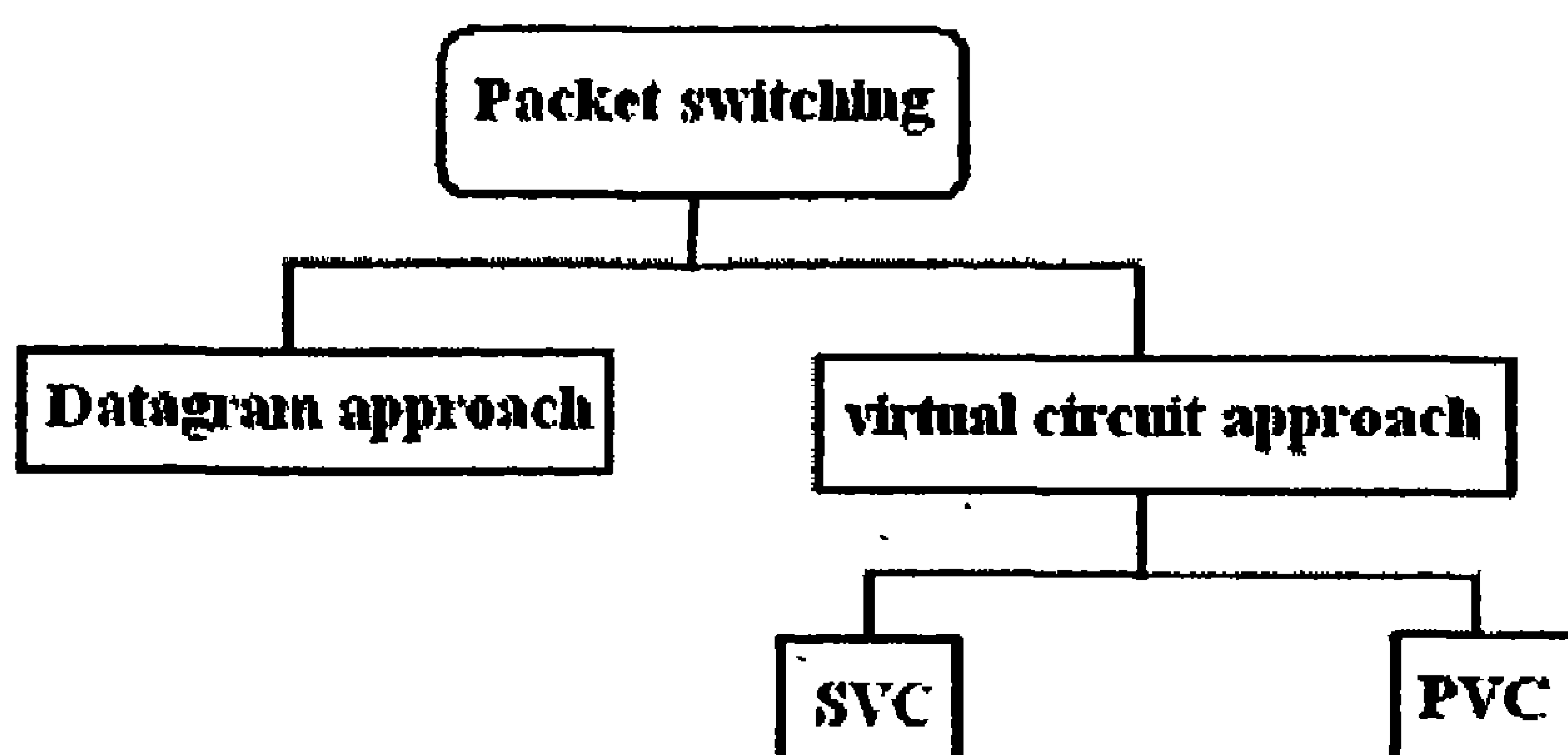
Principles of Packet switching أساسيات محولات الحزمة (10.3.2

في packet switching يتم تقسيم data إلى وحدات منفصلة طولها متغير (variable length) تسمى packet ويحدد أقل طول length for packet بواسطة الشبكة. كل packet لا يحتوي فقط على data ولكن يحتوي على header يحتوي على معلومات تحكم (control information) مثل priority codes and addresses of source and destination . يتم إرسال packet عبر نقاط الشبكة وعند كل node يتم تخزين packet ثم تسييره (routing) تبعا للمعلومات الموجودة في header

يوجد نوعان شائعي الاستخدام في packet switching

a) datagram

b) virtual circuit

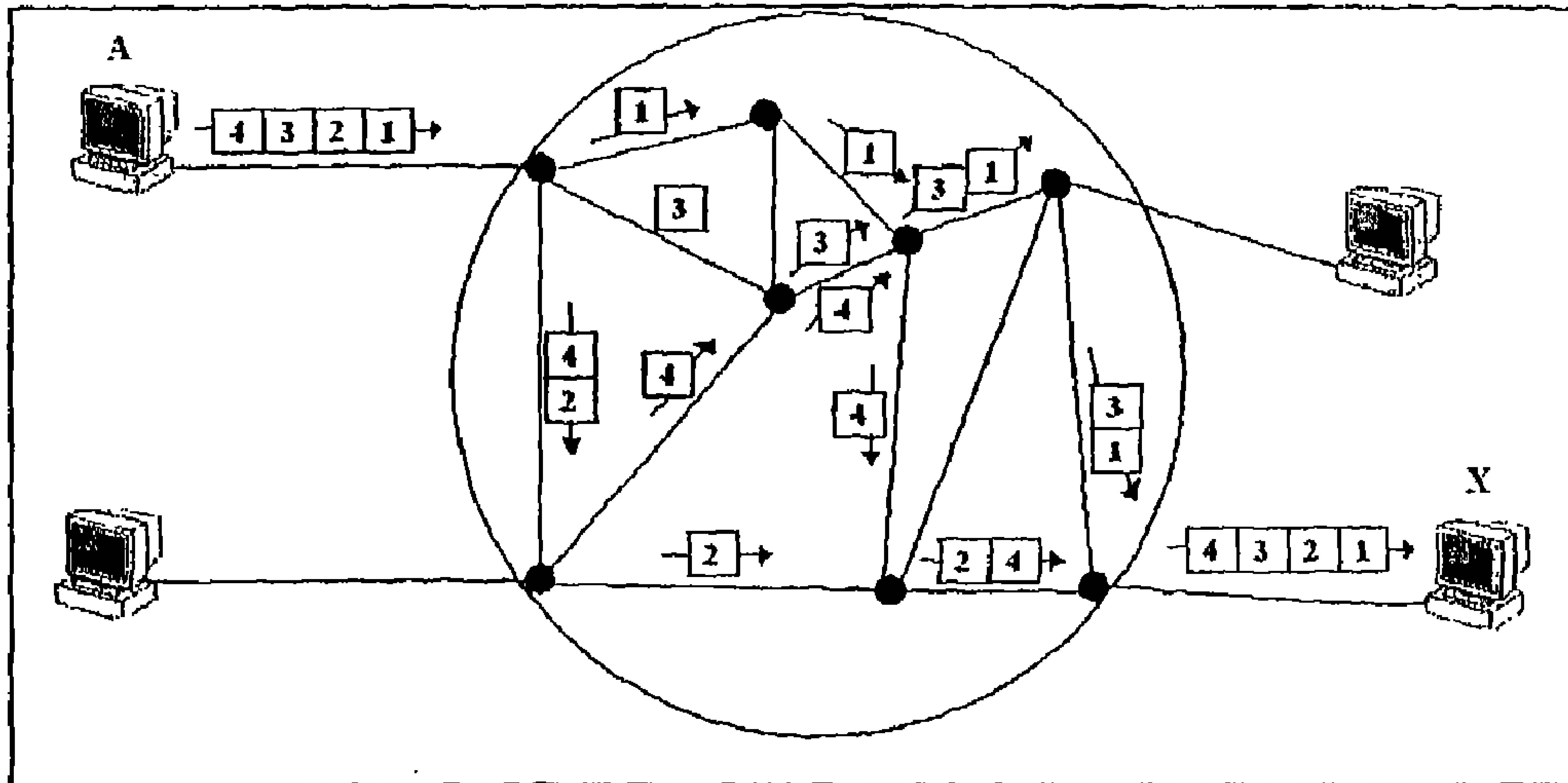


Datagram Approached (a

في هذا approach يتم التعامل مع كل packet بصورة مستقلة عن جميع packets الأخرى يسمى packet في هذا approach ب datagram

مثال

الشكل رقم 14 يوضح كيف أنه يمكن استخدام datagram approach في توصيل 4 packets من المحطة A إلى المحطة X



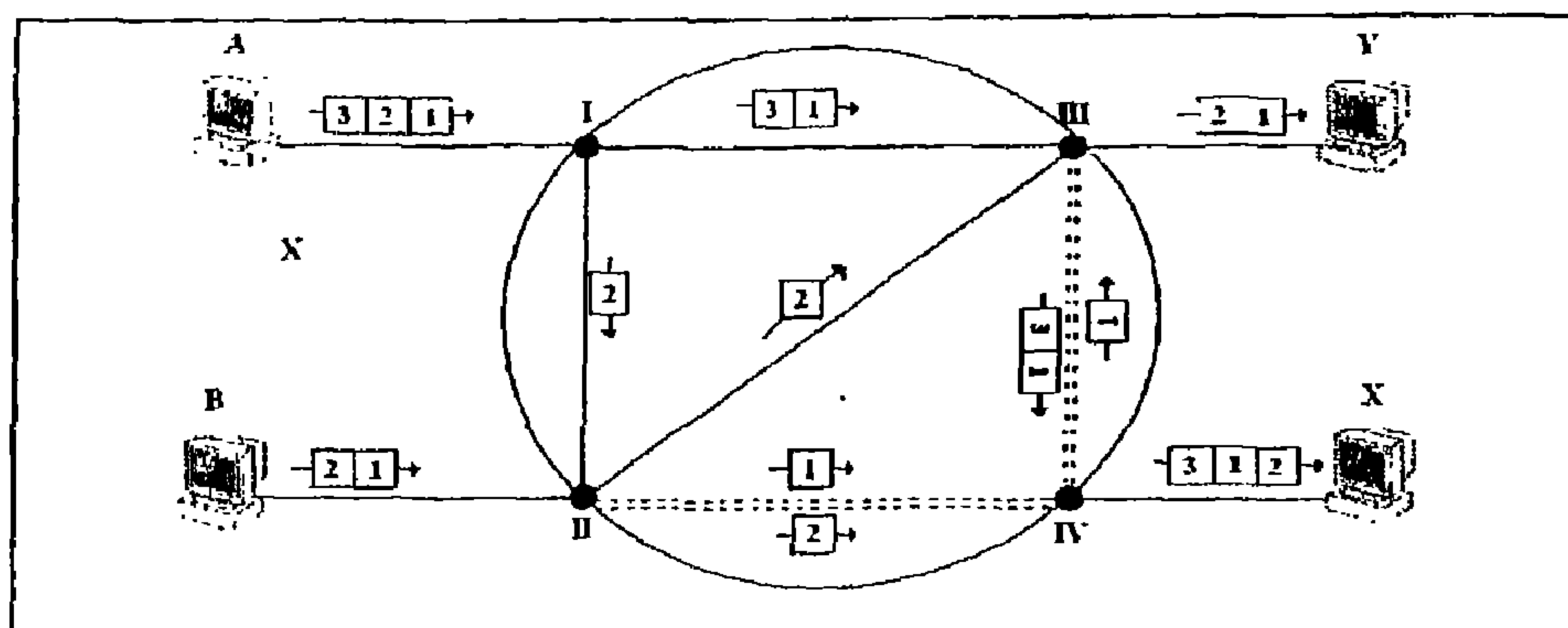
شكل 14 : كيفية استخدام datagram approach في

توصيل 4 packets من المحطة A إلى المحطة X

كل 4 packet أو 4 datagram تنتمي إلى نفس الرسالة ولكن ربما تأخذ اتجاهات مختلفة للوصول إلى destination. هذا approach يمكن أن يؤدي إلى وصول أجزاء الرسالة بصورة غير مرتبه إلى destination وفي هذه الحالة تكون مسئولية transport layer (في معظم البروتوكولات) أعادة ترتيب datagram. يمكن أن يحتوى الرابط (link) بين كل نقطتان على multiple channels وكل channel تستطيع حمل datagram إما من أكثر من مصدر أو من مصدر واحد. يمكن تنفيذ عملية المزج (multiplexing) باستخدام FDM and TDM

الشكل رقم 15 يوضح تعدد القنوات في datagram approach حيث تم إرسال datagram من الجهازين A and B إلى الجهازين X and Y

بعض المسارات يمكن أن تستخدم قناة واحدة في حين تستخدم المسارات الأخرى أكثر من قناة واحدة وكما هو مبين بالشكل فان الرابط الأسفل (bottom link) يحمل two packet من مصدرين مختلفين في نفس الاتجاه. الرابط على اليمين يحمل datagrams في اتجاهين مختلفين



شكل 15 : تعدد القنوات في datagram approach

Virtual Circuit Approach (b

في هذا approach يوجد علاقة بين جميع packets التابعة لرسالة أو محادثة معينة. يتم اختيار single route بين sender and receiver في بداية session. عندما يتم إرسال البيانات فان جميع packets تنتقل (travel) بصورة متتالية خلال هذا المسار (route

بصورة عامة يتم تنفيذ Virtual circuit transmission بطريقتين

1) Switched Virtual Circuit (SVC)
2) Permanent Virtual Circuit (PVC)

Switched Virtual Circuit (SVC) (1

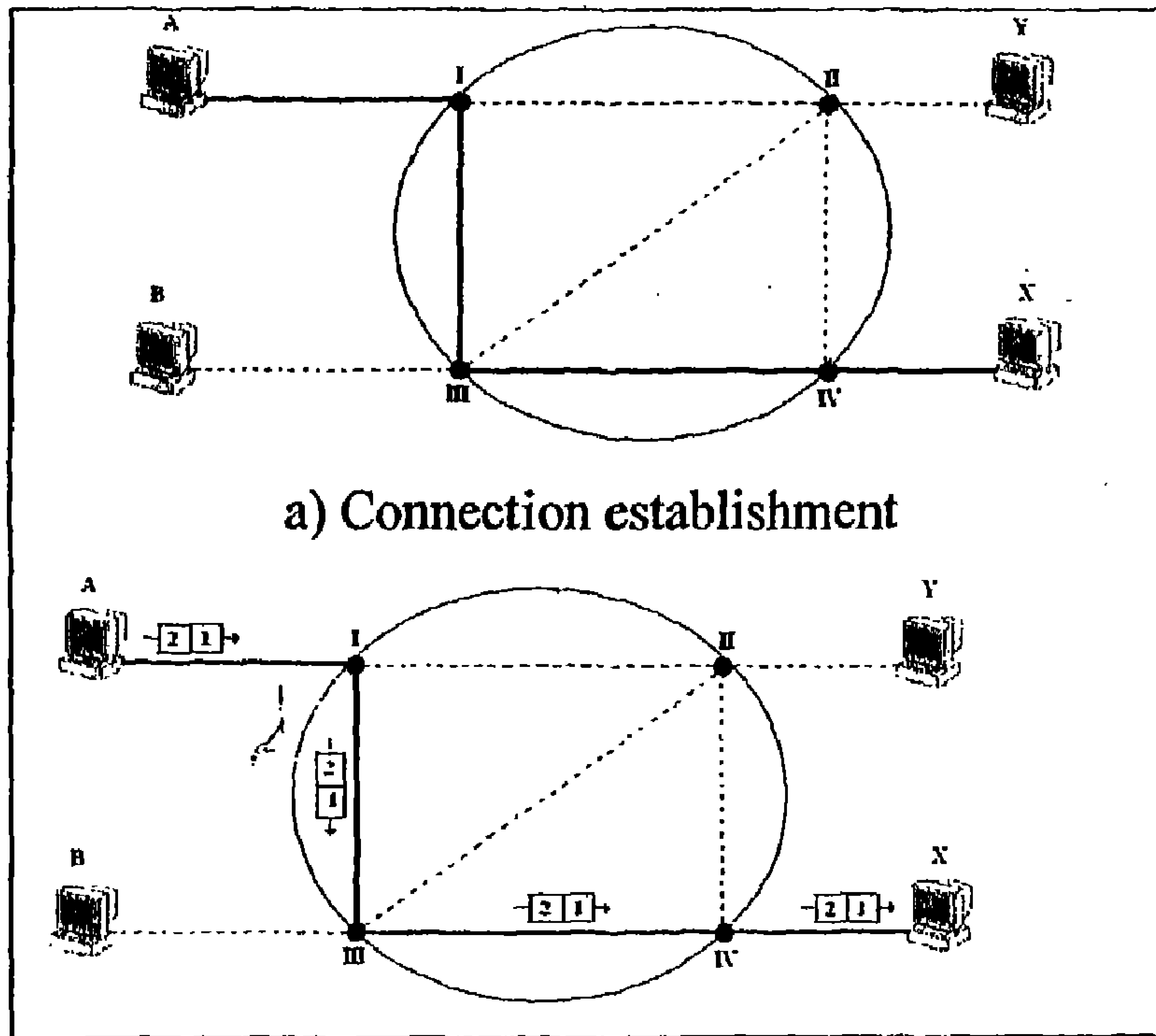
يمكن تشبيه SVC format ب dial-up line في Circuit Switching . في هذه الطريقة يمكن تخليق virtual circuit عندما يكون هناك حاجة إليها وتستمر فقط خلال فترة محددة. فعلى سبيل المثال إذا كانت المحطة A تريد إرسال four packets إلى المحطة X

A تطلب إنشاء التوصيل (connection) إلى X. بمجرد إتمام التوصيل فانه يتم إرسال packets بترتيب متتالي وعندما يتم استقبال آخر packet يتم إلغاء connection (connection is released) وحينئذ فان virtual circuit تنعدم كما

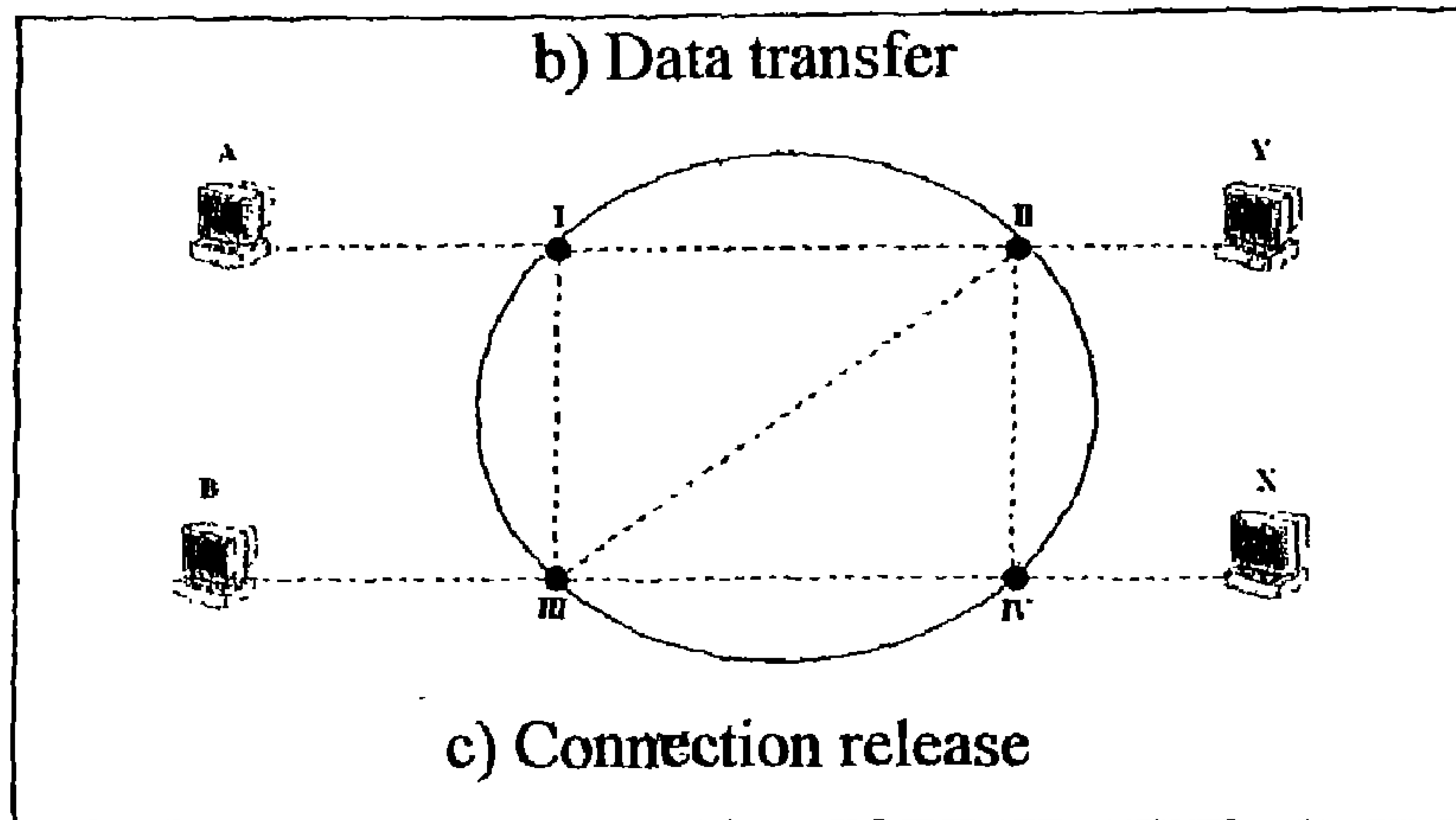
هو مبين في الشكل رقم 16. يوجد single-route واحد فقط خلال فترة الإرسال. في حالة وجود عطل (failure) أو ازدحام (congestion) فسيتم اختيار مسار تبادلي (alternative route) . ربما يكون Route نفس المسار في جميع الأوقات أو ربما يختلف تبعا لتغير حالات الشبكة

Permanent Virtual Circuit (PVC) (2

هذه الطريقة يمكن مقارنتها ب leased line في circuit switching. في هذه الطريقة يتم استخدام نفس virtual circuit بين two users بصورة أساسية. يتم حجز circuit لمستخدمين محددين (specified users) وبالتالي لا يمكن لمستخدم آخر من استخدام هذه circuit وحيث أن هذه circuit تعمل دائما (in place) فانه ليس هناك حاجة إلى إنشاء أو إنهاء التوصيل (connection establishment and connection termination)

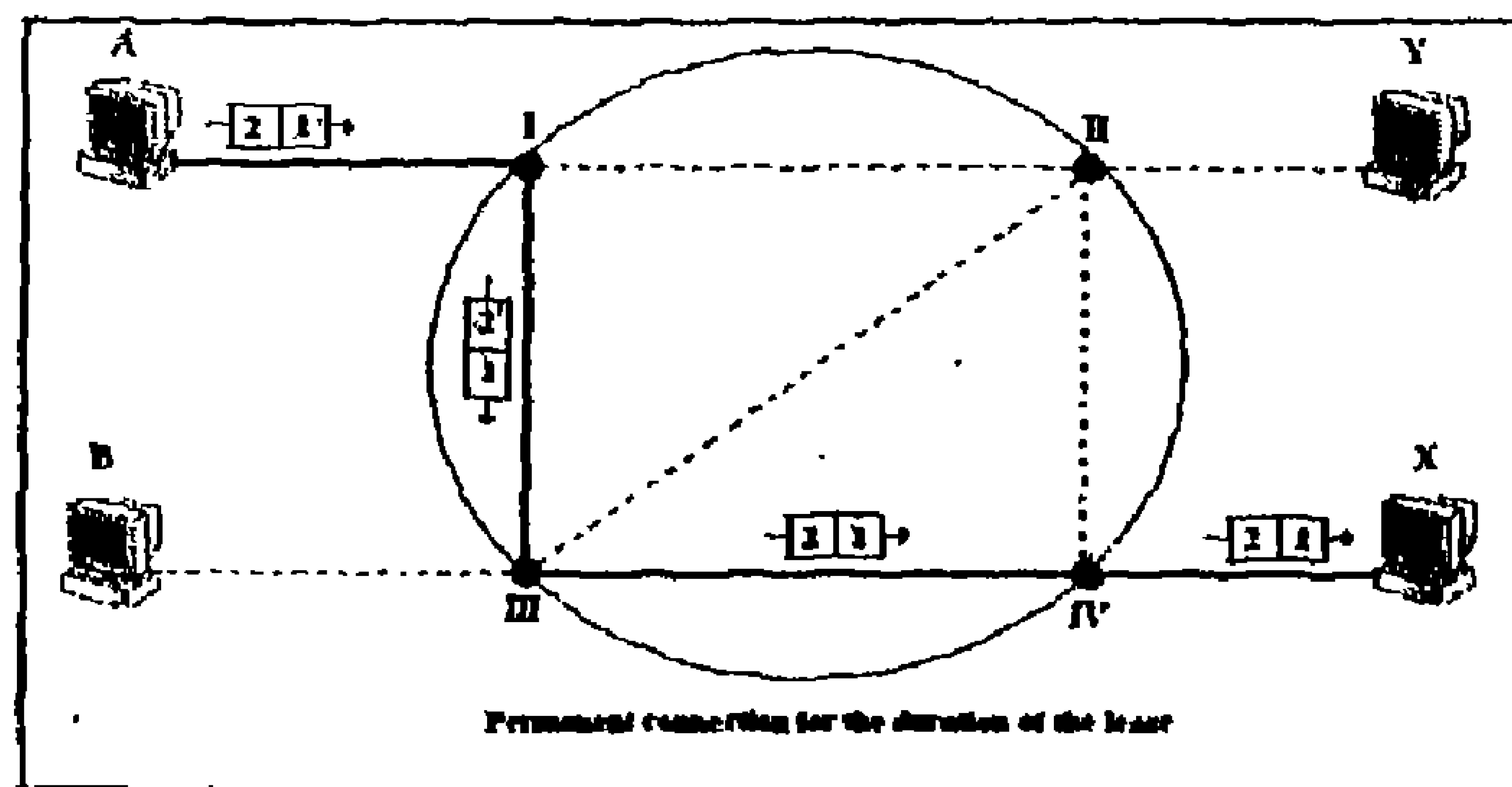


a) Connection establishment



Switched virtual circuit (SVC) 16 شكل

في حين أن two SVC users ربما يحصلان على مسار مختلف في كل مرة يطلبان فيه connection فانه في حالة two-PVC users فإنهما يحصلان على نفس المسار (route) كما هو موضح في رقم 17



Permanent virtual circuit (PVC) :17 شكل رقم

10.3.3) مقارنة بين Circuit-switched connection and Virtual-circuit connection

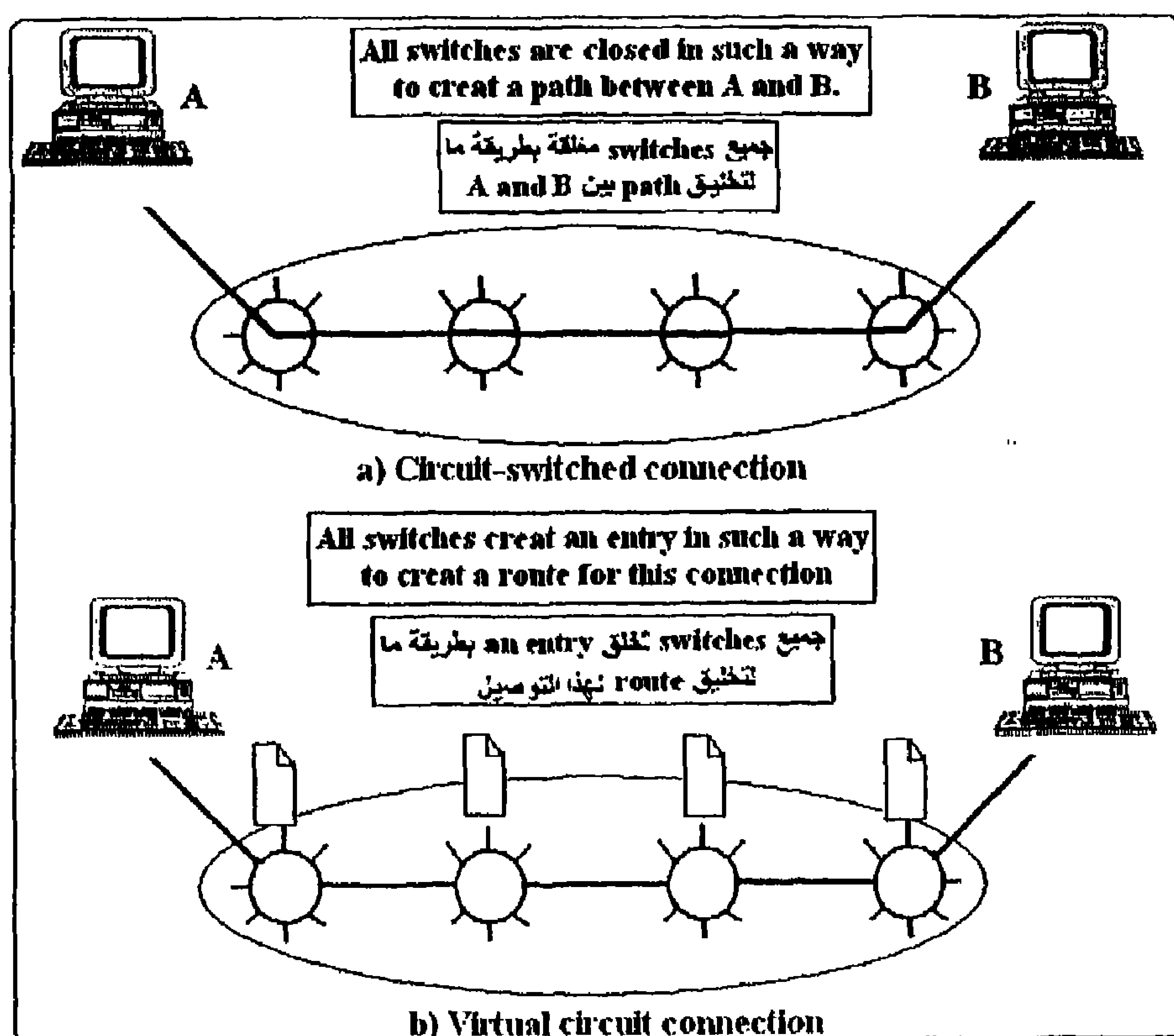
بالرغم من انه يبدو أن Circuit-switched connection and Virtual-circuit connection متشابهين فانه يوجد بعض الاختلافات :

a) Path versus route

Circuit-switched connection تخلق path بين two points. Physical path يخلق بواسطة setting the switch لفترة dial (dial-up line) أو فترة lease (leased line). Virtual-circuit connection تخلق route بين two points وهذا يعني أن كل switch يخلق an entry في routing table الخاص به لفترة session (SVC) أو فترة lease (PVC) (كما هو موضح في الشكل رقم 18)

- عندما يستقبل packet switch الذي ينتمي إلى virtual circuit فانه يختبر الجدول (for the corresponding entry) ثم يسير packet (route) (out one of its interface)

الشكل التالي يوضح الفارق بين path and route

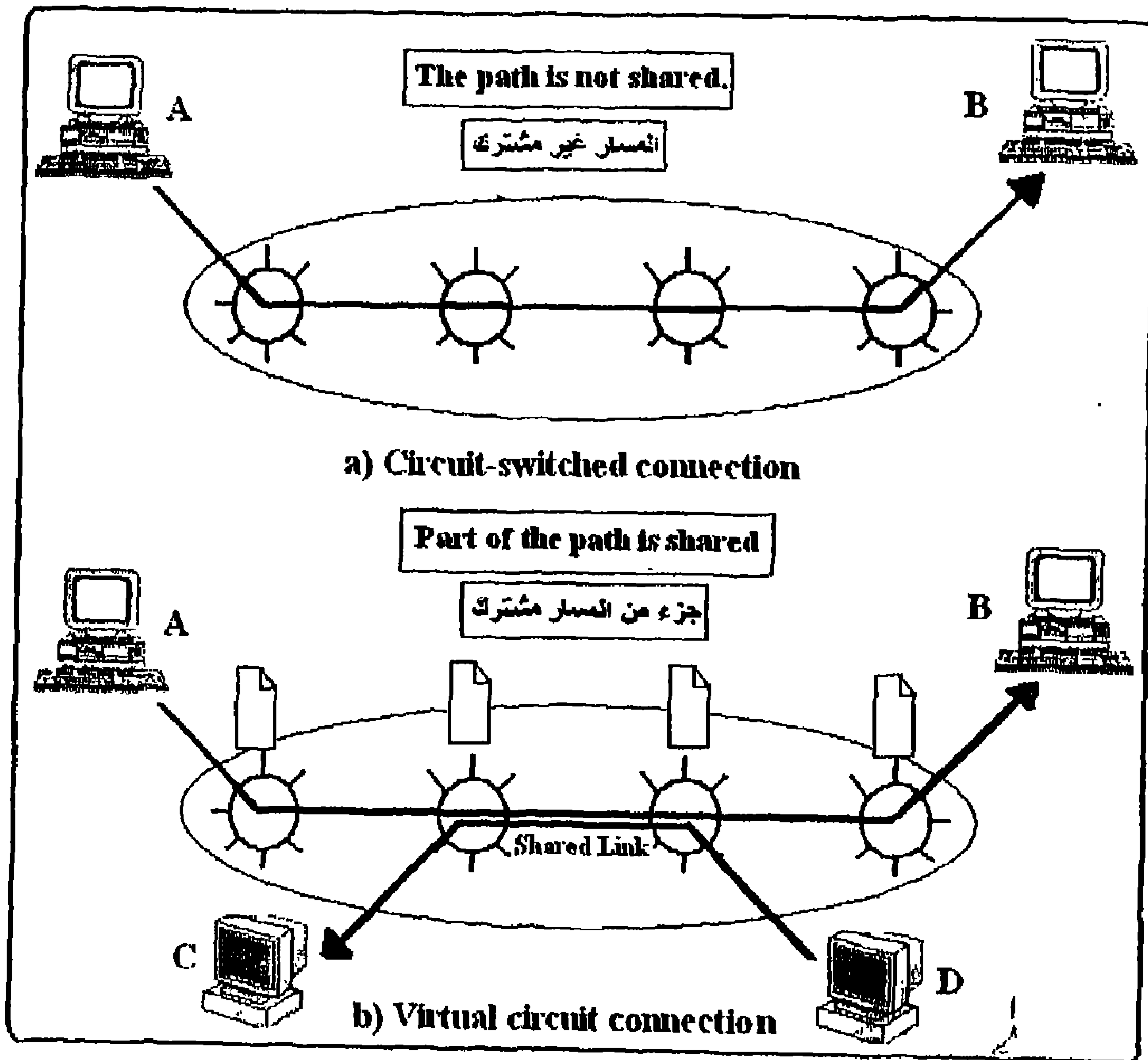


شكل 18 : Path versus route

Dedicated versus sharing (b

- في حالة circuit-switching connection : تكون الروابط links التي تصنع path في حالة dedicated (لا يمكن استخدام هذه links بواسطة other connections
- في حالة virtual circuit connection : يمكن للروابط links التي تصنع route أن تتشارك مع other connections

الشكل رقم 19 يوضح هذا الفارق



شكل 19 : Dedicated versus shared

EXERCISES

1) ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارات الغير صحيحة مع تعديل العبارات الغير صحيحة

- تستخدم Switching networks بدلا من topologies مثل Mesh, tree, and bus وذلك لتقليل البنية التحتية (infrastructure) المطلوبة
- Hub هي مكونات مادية أو برمجية لديها القدرة على إنشاء توصيلات مؤقتة بين جهازين أو أكثر حيث تكون الأجهزة مترابطة ببعضها من خلال switches وليس ارتباط مباشر
- Circuit switch هو جهاز له عدد (n) من المدخلات وعدد (m) من المخرجات ويستخدم لأجراء توصيل مؤقت بين الجهاز المتصل بأحد أطراف الدخل بالجهاز المتصل بأحد أطراف الخرج
- n-by-n folded switch تستخدم n من الروابط في full-duplex mode
- باستخدام packet switching يمكن توصيل عدد n من التليفونات بطريقة معينة بحيث أن كل جهاز يمكنه الأتصال بجميع الأجهزة الأخرى
- صممت تقنية space-division switching أساسا للاستخدام مع الشبكات المتصلة (analog networks) ولكنها حديثا أصبحت تستخدم مع الشبكات المنطقية (digital networks)
- يستخدم crossbar switches لربط عدد (n) من أطراف الدخل مع عدد (m) من أطراف الخرج في شبكة (grid) باستخدام المحول الالكتروني (الترانزستور) an electronic switch في كل تقاطع (cross-point)
- من أهم عيوب multistage switches هو تعدد التقاطعات.

- فكرة عمل المكون الداخلي (transistor electronic switch) في crossbar switch تتلخص في أنه في عدم وجود نبضة (جهد عالي) على قاعدة (base) للترانزستور فسيكون في الحالة (off-state) وبالتالي يكون تيار الخرج (collector current) يساوي صفر أي يكون switch غير موصل والعكس عندما يتم إدخال نبضة على قاعدة الترانزستور والتي تجعل الترانزستور في حالة تشبع (saturation sate) أي يكون في حالة توصيل
- لحل معوقات استخدام multistage switch يستخدم crossbar switch حيث أنه يتم تجميع عدد من crossbar switch في مراحل متعددة
- في حالة استخدام multistage switch تكون الأجهزة مترابطة بواسطة switches وتكون هذه switches مرتبطة داخليا switches أخرى
- بصفة عامة تكون في حالة استخدام multistage switch تحتوي المراحل المتوسطة على أكبر عدد من switches مقارنة بالمرحلة الأولى والأخيرة
- Multi path هو أحد مزايا استخدام crossbar switch حيث يكون هناك تعدد الخيارات في اختيار المسار المستخدم لربط جهازين
- Blocking تعني أنه في بعض الأحيان لا يمكن ربط أحد الأجهزة الموجودة في دخل multistage switch بأحد الأجهزة الموجودة في خرج multistage switch
- تحدث ظاهرة Blocking عندما يحدث زيادة (تعدد) في طرق المرور (traffic) داخل multistage switch حيث أنه يمكن أن تكون أحد المسارات مشغولة بربط أجهزة أخرى
- أحد المشاكل الناجمة عن حدوث ظاهرة Blocking هو أنه عندما يتصل شخص بآخر تليفونيا يجد أن الخط مشغول ليس لأن الشخص الآخر يستعمل التليفون ولكن لعدم وجود مسار يستطيع استخدامه للأتصال بالشخص الآخر

- لا يمكن أن تحدث ظاهرة Blocking في حالة استخدام multistage switch وذلك لوجود مسار واحد فقط لربط كل جهازين
- Time-division switches تستخدم تقنية FDM (Frequency-Division Multiplexing) لعمل Switching
- Packet switching تصمم للاستخدام في الاتصالات التليفونية
- Circuit switching صممت خصيصا للاتصالات الصوتية (Voice communications) حيث انه بمجرد إنشاء circuit فإنها تستمر متصلة طوال فترة المحادثة
- Circuit switching أقل ملائمة للاتصالات الخاصة بنقل data (data communication) وذلك في data communication يتم إرسال إطارات البيانات بينها فترات وهذه الفترات يكون الاتصال فيها خامل وبالتالي يكون هناك عدم استغلال لبعض التسهيلات والإمكانيات
- من أحد القصور المتعلقة باستخدام Circuit switching في data communication هو سرعة إرسال البيانات حيث أنه في circuit switching يوجد هناك ربط بين جهازين مع فرض تساوي data rate لهما وهذا يؤدي إلى عدم وجود سماحية للعمل مع data rates متغيرة لأجهزة الاتصال الرقمية المستخدمة
- Packet switching غير مرن (inflexible) حيث أنه بمجرد إنشاء circuit فان هذا circuit يكون المسار المستخدم بواسطة جميع أجزاء الإرسال (all parts of the transmission)
- في circuit switching يتم تقسيم data إلى وحدات منفصلة طولها متغير (variable length) تسمى packet ويحدد أقل طول length for packet بواسطة الشبكة

- في packet switching : كل packet لا يحتوي فقط على data ولكن يحتوي على header يحتوي على معلومات تحكم (control information) مثل priority codes and addresses of source and destination
- يتم إرسال packet عبر نقاط الشبكة وعند كل node يتم تخزين packet ثم تسيره (routing) تبعا للمعلومات الموجودة في header
- في حالة استخدام datagram approach يتم التعامل مع كل packet بصورة مستقلة عن جميع packets الأخرى.
- في virtual circuit approach يمكن أن يؤدي إلى وصول أجزاء الرسالة بصورة غير مرتبه إلى destination وفي هذه الحالة تكون مسئولية transport layer (في معظم البروتوكولات) أعادة ترتيب datagram
- يمكن أن يحتوى الرابط (link) بين كل نقطتان على multiple channels وكل channel تستطيع حمل datagram إما من أكثر من مصدر أو من مصدر واحد
- في حالة datagram approach يمكن تنفيذ عملية المزج (multiplexing) باستخدام FDM andفقط
- في datagram approach يوجد علاقة بين جميع packets التابعة لرسالة أو محادثة معينة
- يتم اختيار single route بين sender and receiver في بداية session
- عندما يتم إرسال البيانات فان جميع packets تنتقل (travel) بصورة متتالية خلال هذا المسار (route

2) اشرح بالرسم من إعطاء مثال مناسب

- Switched Virtual Circuit (SVC)
- Permanent Virtual Circuit (PVC)

3) اذكر عيوب circuit switching

4) صمم three-stage multistage switch يحتوي علي ثلاث مراحل: المرحلة الأولى والأخيرة تحتوي كل منهما على three crossbar switches والمرحلة الأخيرة تحتوي على two crossbar switches وذلك لاستخدامه في ربط 15 جهاز ب 15 جهاز آخر وذلك من خلال حساب التالي :

- o عدد أطراف الدخل والخرج لكل crossbar switch في كل مرحلة
- o إجمالي عدد التقاطعات في كل مرحلة
- o إجمالي عدد التقاطعات في التصميم المقترح
- o قارن بين إجمالي عدد التقاطعات الحادثة في هذا التصميم وعدد التقاطعات الحادثة حين استخدام single-stage crossbar switch

5) اشرح كيفية عمل TSI

6) تخير الإجابة الصحيحة للعبارات التالية

a) من قصور Circuit Switching

- o لا تستخدم في الاتصالات غير التليفونية
- o تفترض أن سرعة البيانات للأجهزة التي يتم ربطها متساوية وهذا الفرض يحد من المرونة (flexibility) والفائدة (usefulness) في حالة الشبكات التي تربط بين نوعيات من الأجهزة متعددة السرعات
- o الاثنين معا
- o لا شئ

b) يمكننا circuit switching لتحقيق :

- o تقليل أطوال الروابط عدد الروابط
- o تقليل عدد الروابط وعدد الأجهزة المادية
- o تقليل عدد الأجهزة المادية
- o لا شئ مما سبق

c) من تقنيات Circuit switching :

- Space Division Switching
- Datagram
- virtual circuit
- All
- None

d) من تقنيات Packet switching :

- Space Division Switching
- Time Division Switching
- Datagram
- All
- None

e) إذا كانت عدد أطراف الدخل m=1000 وكانت عدد إطراف الخرج n=1000 فان عدد التقاطعات الموجودة باستخدام crossbar switch هي

- 1000000
- 1000
- 100000
- none

f) يعتمد تصميم multistage switch على

- عدد المراحل الداخلية
- عدد switches في كل مرحلة
- الاثنين معا
- لا شئ مما سبق

g) Time-division switches يستخدم أحد الطرق التالية :

- Time-Slot Interchanging

o Datagram

o virtual circuit

o all

o none

h) Time-division switches يستخدم أحد الطرق التالية :

o Time-Slot Interchanging

o Datagram

o virtual circuit

o all

o none

i) Time-division switches يستخدم أحد الطرق التالية :

o TDM Bus

o Datagram

o virtual circuit

o all

o none

j) بصورة عامة يتم تنفيذ Virtual circuit transmission ب

o Switched Virtual Circuit (SVC)

o Permanent Virtual Circuit (PVC)

o Both

o none

الفصل الحادي عشر
الأجهزة المادية لربط الشبكات وربط الأجهزة داخل الشبكة
NETWORKING AND INTERNETWORKING DEVICES

11.1) مقدمة

كلمة Network تعني اتصال جهازين أو أكثر لتبادل المعلومات فيما بينها. يمكن ربط هذه الأجهزة بواسطة كابلات كما هو الحال في Bus, Mesh, and Ring ويمكن ربطها بواسطة Hubs كما هو الحال في Tree and Star . شبكة LAN تغطي مساحة محدودة ولتغطية مساحات كبيرة مع تحقيق الكفاءة المطلوبة يمكن استخدام Repeater(regenerator) . إذا كان هناك عدد كبير من المحطات أو الأجهزة داخل

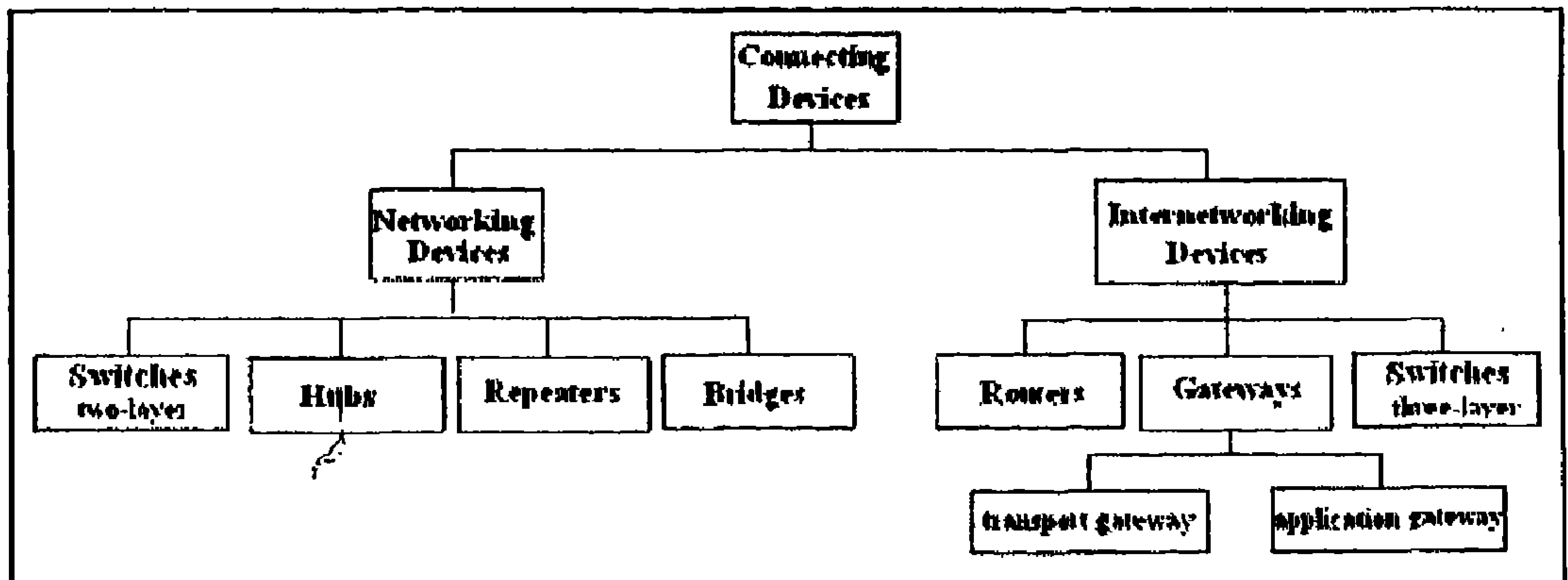
الشبكة فيجب أن تقسم الشبكة إلى مجموعة من الأقسام (segments) التي يتم ربطها بواسطة أجهزة تسمى Bridges حيث يكون هناك إدارة لمرور الرسائل (Traffic control) بين هذه الأقسام. يمكن استخدام Switches في الربط المباشر بين أجهزة الشبكة الواحدة لتحقيق إدارة المرور بين هذه الأجهزة

Internetwork or Internet تعني ربط أكثر من شبكة لتبادل المعلومات أو المصادر فيما بينها. لربط عدة شبكات LANs لتكوين Internet يتطلب لذلك أجهزة ربط أضافية تسمى Routers or Gateways or Switches (three layers).

مما سبق يتضح لنا أن أجهزة التشبيك قسمان: القسم الأول يستخدم لربط الأجهزة داخل الشبكة الواحدة مثل: Hubs, Repeaters , Bridges (two layers) and switches والقسم الثاني يستخدم لربط الشبكات مثل Switches (three layers), Gateways and Routers.

تسمى أجهزة القسم الأول networking devices وتسمى أجهزة القسم الثاني internetworking devices.

الشكل رقم 1 يوضح أجهزة الربط داخل الشبكة الواحدة (networking devices) وأجهزة ربط الشبكات (internetworking devices)



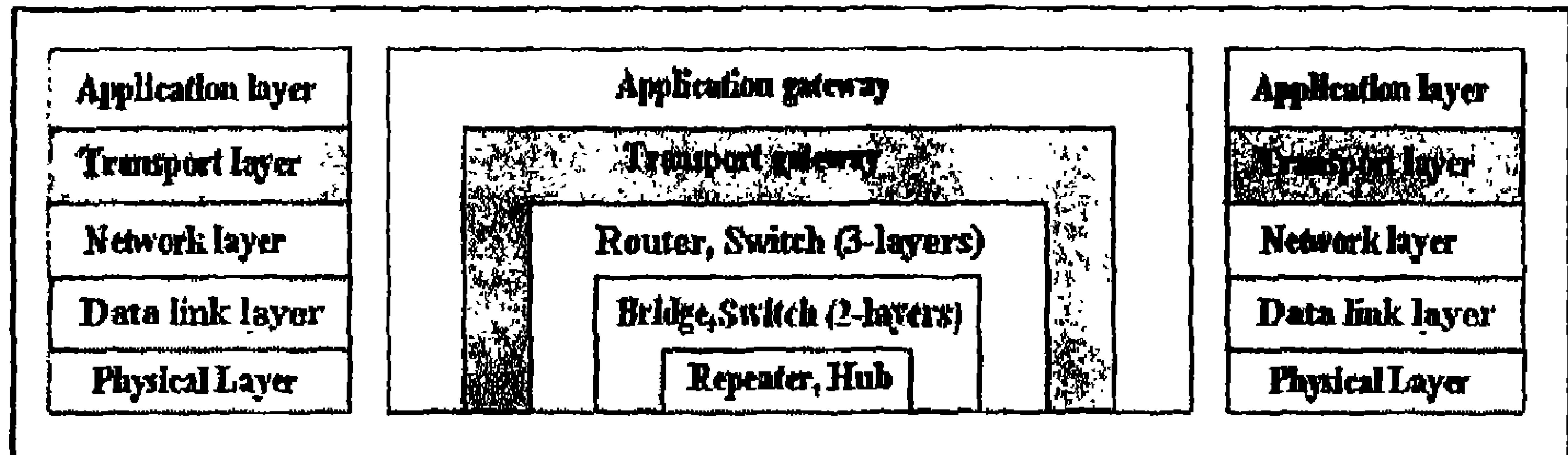
شكل 1: أجهزة الربط داخل الشبكة الواحدة (networking devices) وأجهزة ربط الشبكات (internetworking devices)

كل جهاز من أجهزة الربط السابقة يرتبط مع البرتوكولات المستخدمة عند كل طبقة من طبقات OSI.

- **Hubs and Repeaters** يرتبط بالأجزاء المادية للإشارة وبالتالي يرتبط بالطبقة المادية Physical layer
- **Bridges and 2-layer Switches** يستخدم بروتوكولات العنونة (addressing protocols) والتي تتعلق بعمليات التحكم في التدفق (Flow control) داخل شبكة LAN وبالتالي فهي ترتبط بطبقة الربط (Data link layer)
- **Routers and 3-layer switch** يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم نفس البروتوكول وبالتالي يرتبط ب طبقة الشبكات (Network layer).
- **Transport Gateways** يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم بروتوكولات مختلفة (غير متوافقة) خاصة ب (connection-oriented protocols) وبالتالي فإنها مرتبطة بطبقة النقل Transport layer.
- **Application Gateways** يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم بروتوكولات مختلفة (غير متوافقة) خاصة ب (application-oriented protocols) وبالتالي فإنها مرتبطة بطبقة التطبيق Application layer.

الشكل رقم 2 يوضح ارتباط كل جهاز من أجهزة الربط بطبقة من طبقات نموذج OSI .

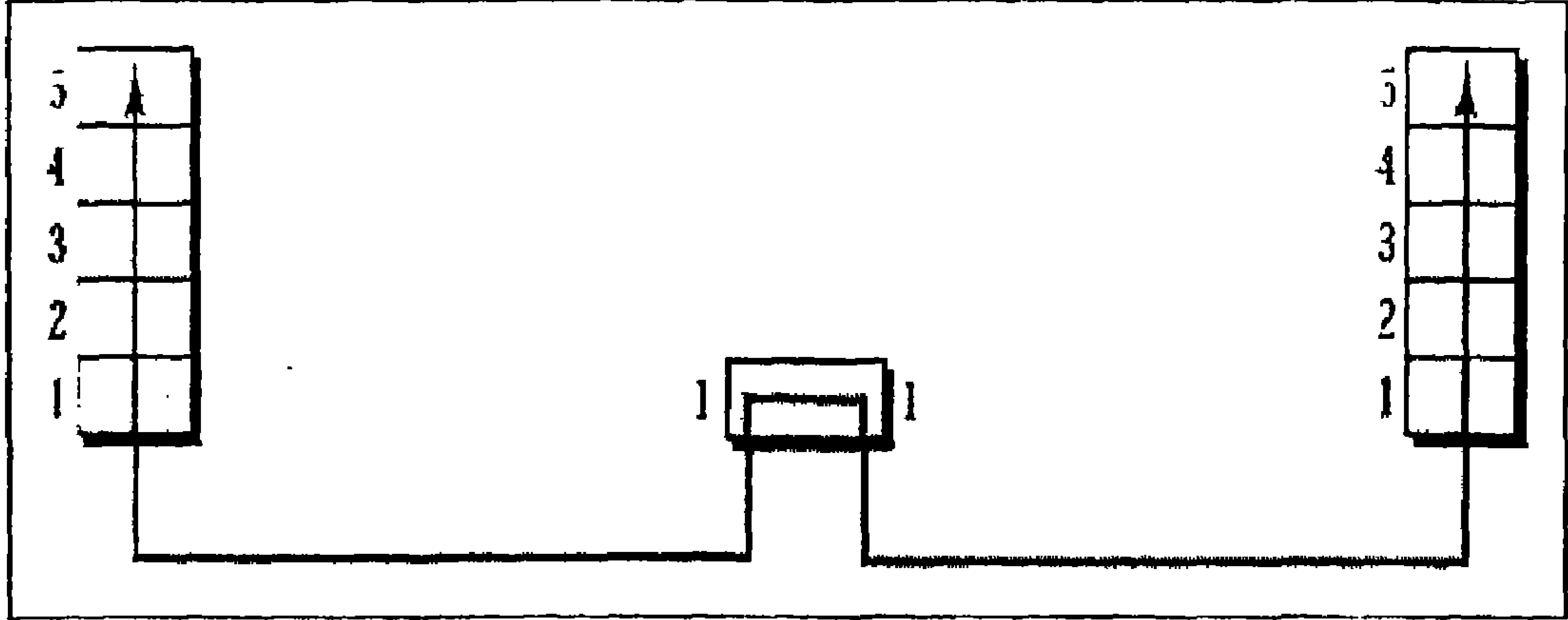
في الجزء التالي سنقوم بشرح هذه الأجهزة



شكل 2 : ارتباط كل جهاز من أجهزة الربط بطبقة من طبقات نموذج OSI

11.2) المعيد / المجدد REPEATERS (REGENERATORS)

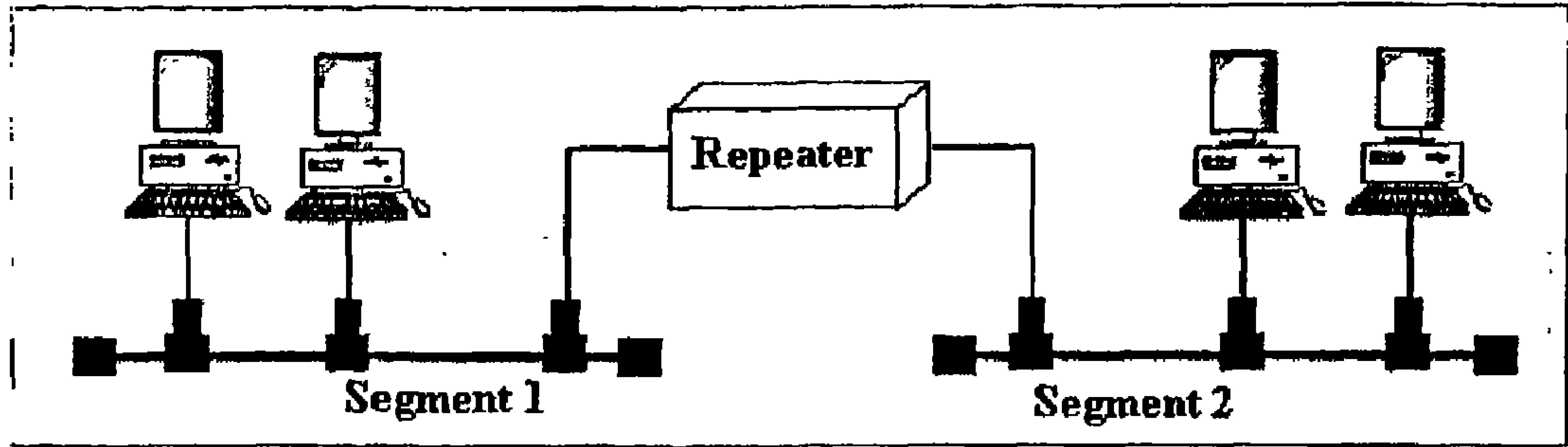
يستخدم Repeater كجهاز الكتروني للعمل من خلال الطبقة المادية Physical layer . الشكل رقم 3 يوضح عمل repeater من خلال الطبقة المادية



شكل 3 : عمل repeater من خلال الطبقة المادية

الإشارات تنتقل خلال الشبكة الواحدة عبر الكابلات خلال مسافات محددة قبل حدوث توهن للإشارة (attenuation) . يوضع repeater عند مسافة محددة على الرابط لاستقبال الإشارات قبل توهنها التام أو تغير قيمتها الأصلية حيث أنه يقوم بإعادة تهيئة هذه الإشارة لتكون مثل الإشارة الأصلية (original bit pattern) أي يقوم بعمل نسخة طبق الأصل من الإشارة الأصلية وإعادة إرسال الإشارة مرة أخرى خلال الكابلات وبالتالي فان repeater يمكننا من زيادة طول الشبكة أو زيادة المساحة التي يمكن أن تغطيها

الشكل رقم 4 يوضح أنه باستخدام repeater يستطيع الجهاز الموجود في القسم الثاني (segment 2) استلام نسخة طبق الأصل من الرسالة الأصلية المرسلة من الجهاز الموجود في القسم الأول (segment 1)



شكل 4: استخدام repeater في إعادة تهيئة الرسالة
القادمة من القسم 1 ونقلها إلى القسم 2

يقوم Repeater باستقبال الإشارات وتهيئتها (بنفس الصورة الأصلية) ثم إعادة إرسالها مرة أخرى وبالتالي يمكن إجراء الاتصالات خلال مساحات واسعة والتغلب على مشاكل الوهن الحادثة في قنوات الاتصال. كل من القسمين (two segments) المتصلتين بواسطة repeater لهما نفس خاصية الشبكة الواحدة . فعلى سبيل المثال لا يقوم repeater بتحويل حزم Ethernet إلى حزم token-ring ولاستخدام Repeater يجب أن يتصل طرفاه بجهازين لهما نفس خاصية الدخول على الشبكة (Access method).

يستخدم repeater لأجراء التالي : 1) توصيل قسمان من الأجهزة يعملان على كابلات متشابهه أو مختلفة. 2) إعادة تشكيل الإشارات وذلك لإرسالها إلى مسافات بعيدة

الفرق بين Amplifier and Repeater

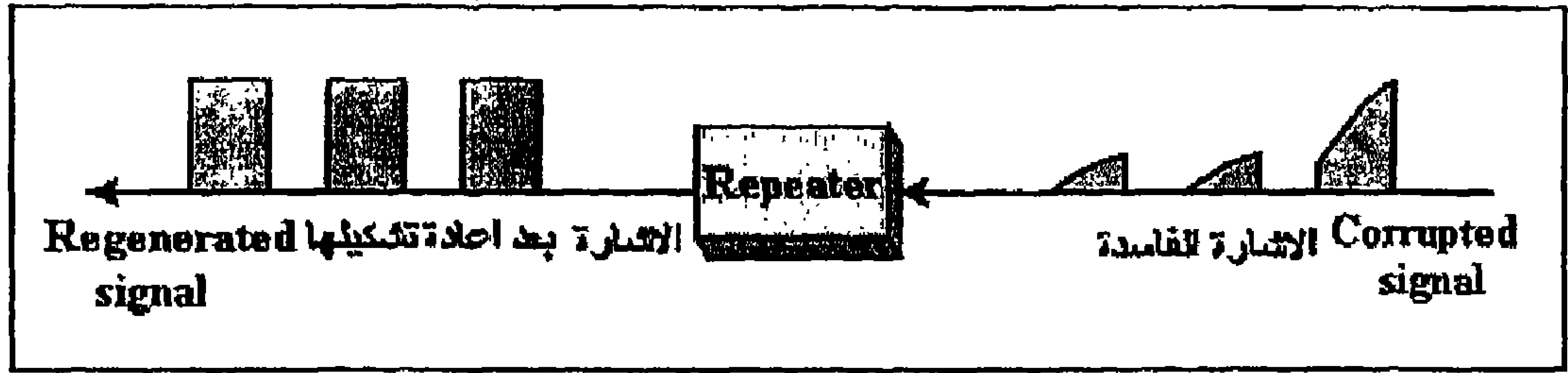
Amplifier لا يستطيع الفصل أو التمييز بين الإشارة الأصلية والضوضاء حيث أنه يقوم بتكبير الاثنين معا بنفس نسبة التكبير أما Repeater لا يكبر الإشارة ولكن يقوم بعمل نسخة طبق الأصل من الإشارة الأصلية (Repeater is a regenerator but not amplifier)

عندما يستلم repeater إشارة ضعيفة أو Corrupted فانه يقوم بعمل نسخة طبق الأصل من بيانات الإشارة الأصلية (original bits) وبنفس شدة البيانات الأصلية

مكان وضع Repeaters

يجب أن يحدد بدقة وضع repeater على الرابط حيث أنه يجب أن يوضع في مكان تصل إلية الإشارة بدون أن تتغير ملامحها أو شدتها بالكامل نتيجة الوهن (attenuation) أو الضوضاء (noise) أي بدون أن تتغير قيم البيانات الأصلية (original data)

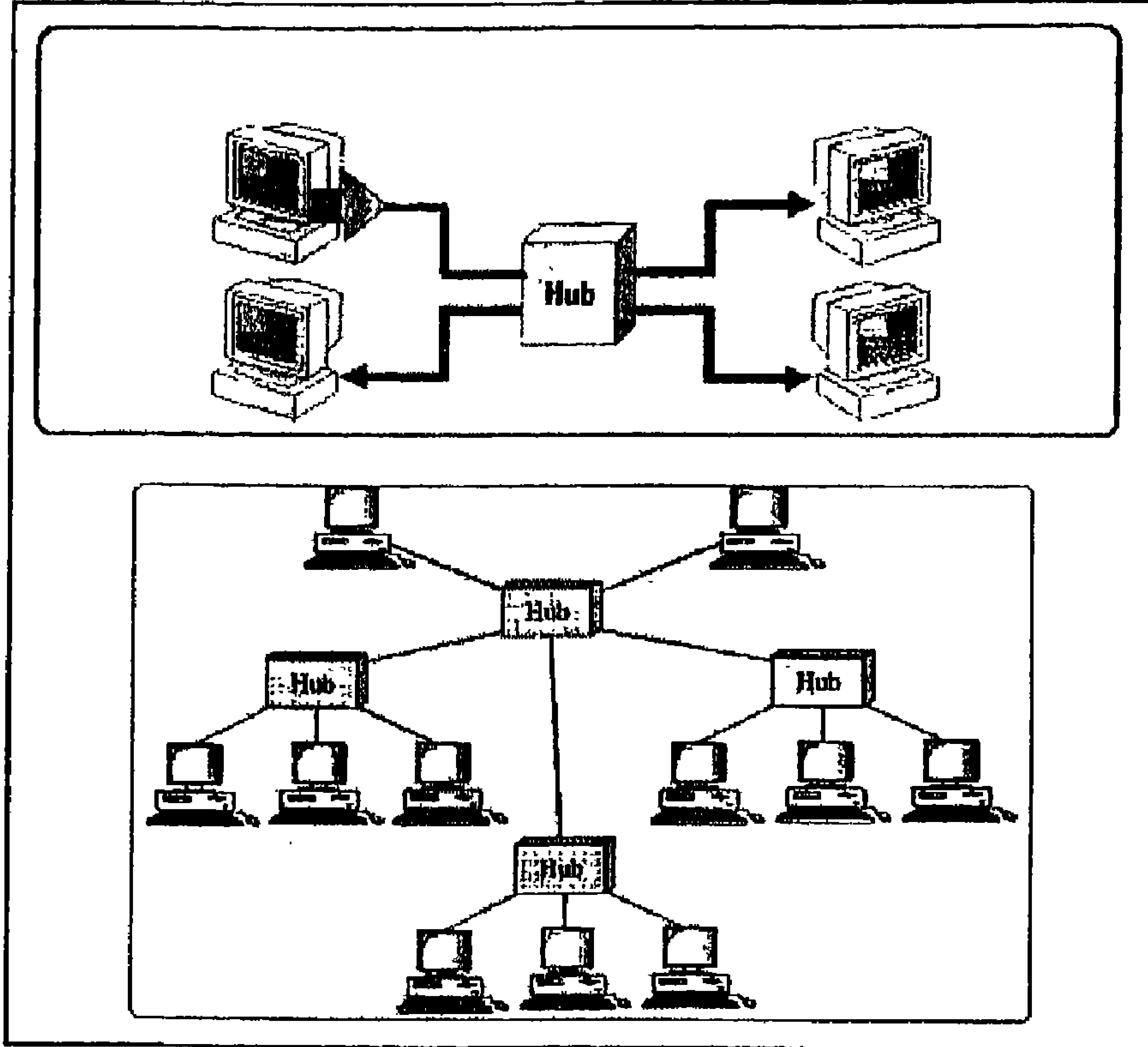
الشكل رقم 5 يوضح عملية إعادة تشكيل الإشارة التي حدث لها إفساد (corruption) أو توهن (attenuation) بواسطة استخدام Repeater



شكل 5: عملية إعادة تشكيل الإشارة التي حدث لها إفساد أو توهن

HUB (11.3

يستخدم Hub كجهاز ربط للأجهزة داخل الشبكة الواحدة حيث أنه يعمل من خلال الطبقة المادية Physical layer . الهدف الرئيسي من Hub هو تجميع الإشارات من كلّ جهاز متصل به ثمّ يعيد نشر هذه الإشارات مرة ثانية إلى جميع الأجهزة. الشكل رقم 6 يوضح استخدام Hub لربط الأجهزة في هياكل Star and Tree



شكل رقم 6 يوضح استخدام Hub لربط الأجهزة في هياكل Star and Tree

أنواع Hub

يوجد نوعان من Hub هما

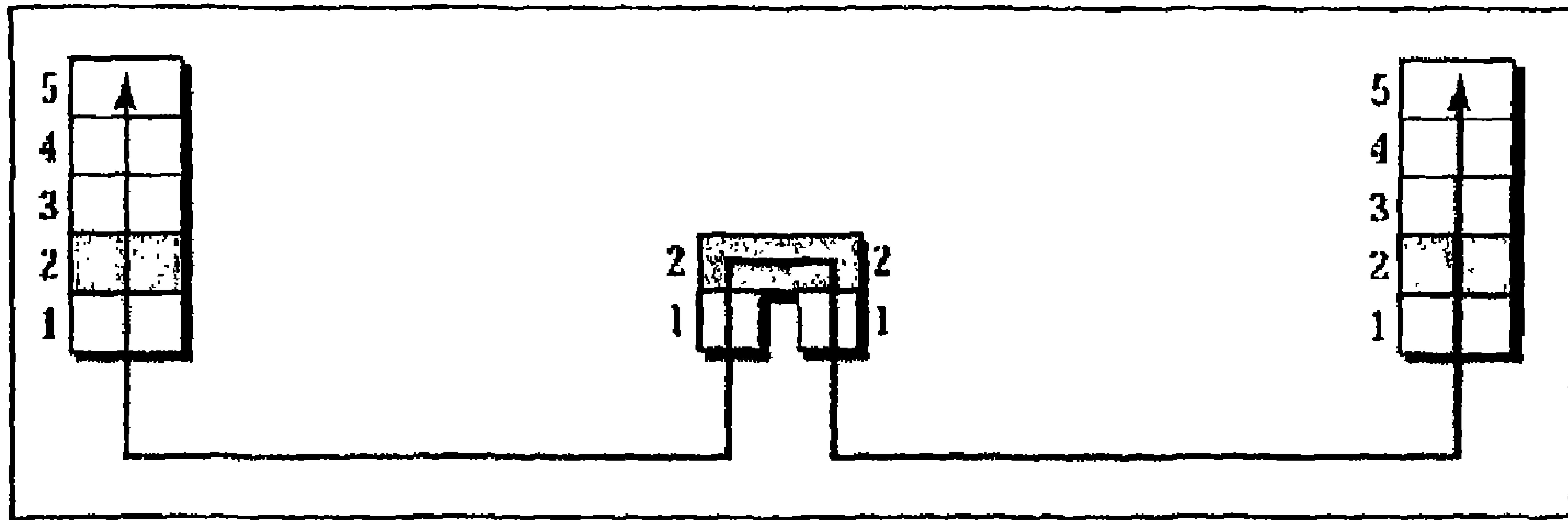
- Passive Hub يقوم بتوجيه الإشارات بدون إجراء أي معالجات. يسمى هذا النوع أحيانا بلوحة التوزيع (wiring panel)
- Active Hub يقوم بمعالجة الإشارات وإعادة إرسالها. يسمى هذا النوع أحيانا باسم المعيد المتعدد المرفأ (multi-port repeater)

خصائص HUB

يتميز Hub بالخصائص التالية : 1) سهولة تغيير وتعديل و توسعة نظم شبكة الأسلاك 2.) استخدام مخارج مختلفة لاستيعاب تشكيلة مختلفة من أنواع الكابلات . 3) إمكانية المتابعة المركزيّة لنشاط الشبكة و المرور.

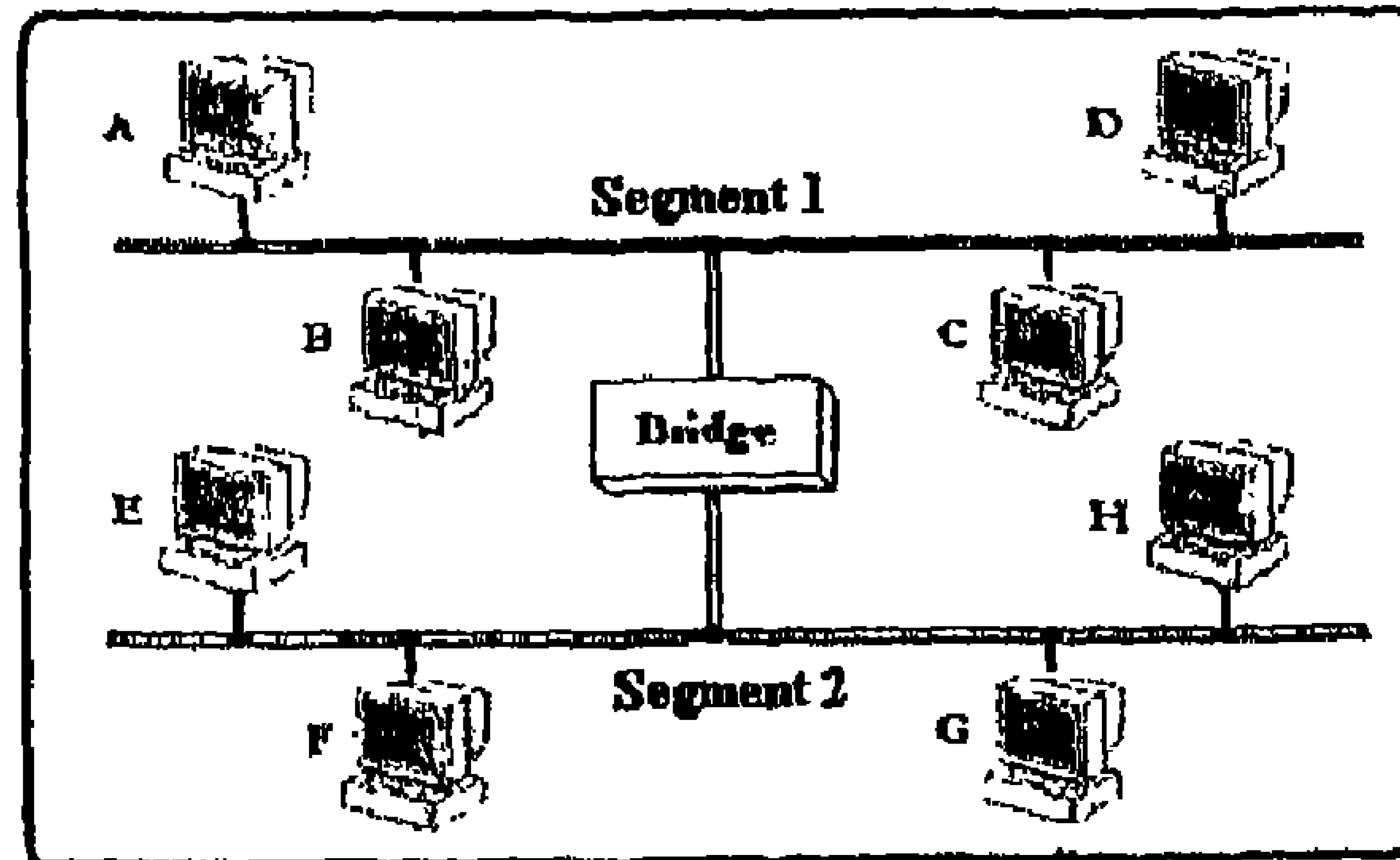
BRIDGES (11.4

يعمل Bridge من خلال الطبقة المادية (Physical layer) وطبقة الربط (data link layer). الشكل رقم 7 يوضح عمل Bridge من خلال الطبقة المادية (physical layer) وطبقة الربط (data link layer)

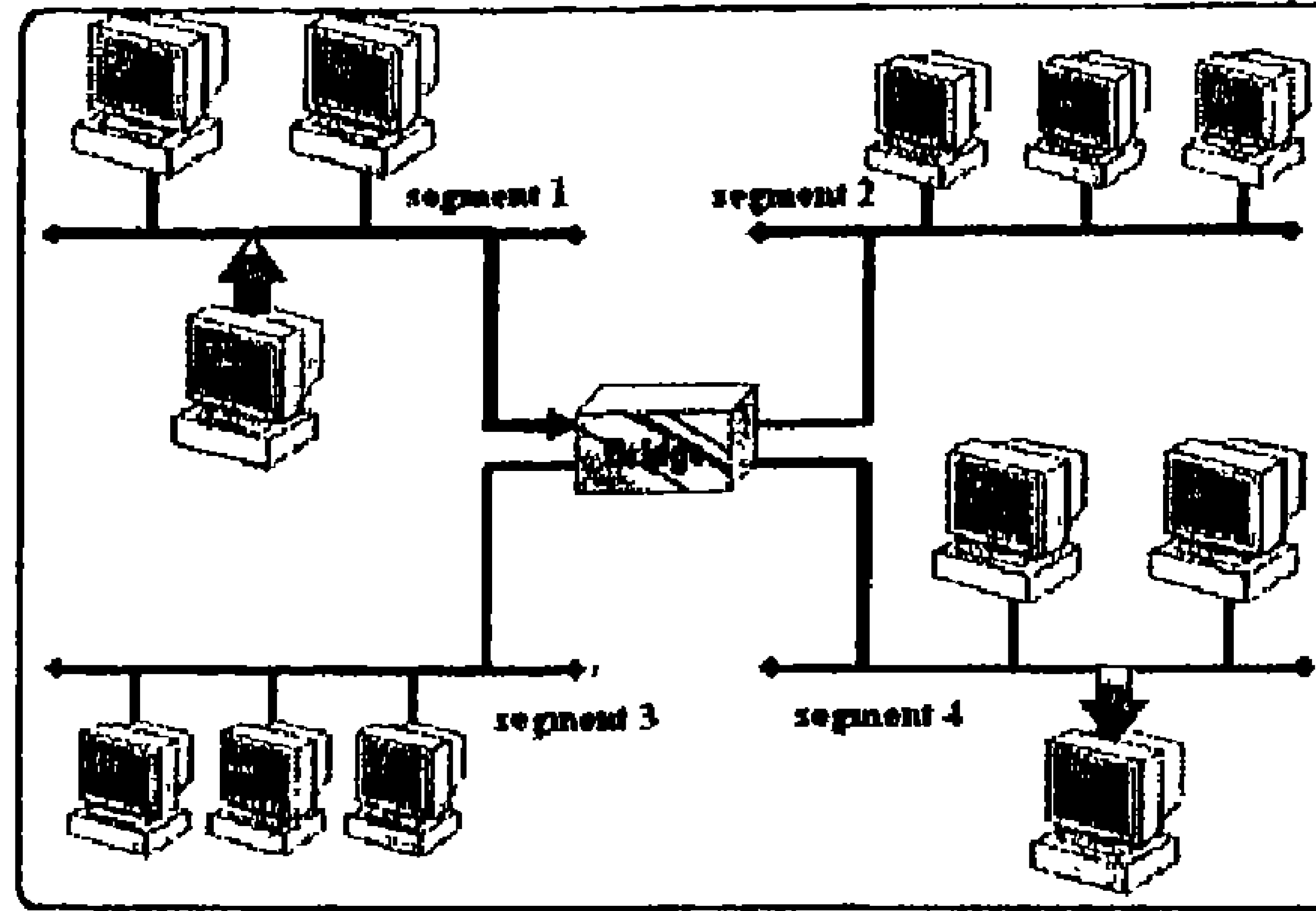


شكل 7 : عمل Bridge من خلال الطبقة المادية (Physical layer) وطبقة الربط (data link layer)

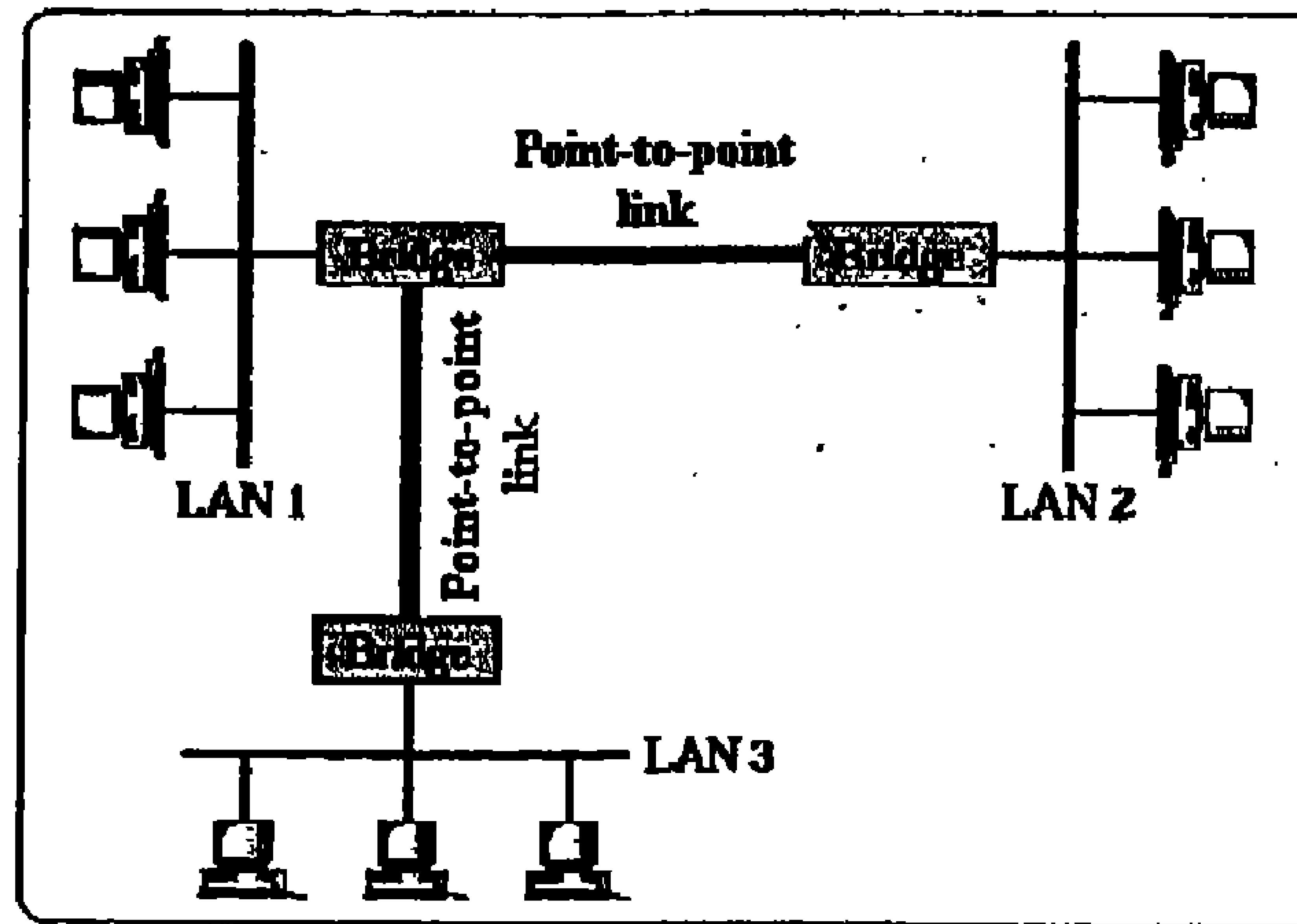
يستخدم Bridge في تقسيم الشبكة الكبيرة إلى أقسام صغيرة (small segments) وذلك لتقليل المسارات داخل الشبكة (شكل رقم 8 وشكل رقم 9). كما يمكن استخدامه في ربط عدة شبكات محلية LANs (شكل رقم 10)



شكل 8: تقسيم شبكة LAN إلى قسمان 2 segments



شكل 9: تقسيم شبكة LAN إلى أربعة أقسام 4 segments



شكل رقم 10: استخدام bridge في ربط عدة شبكات LANs

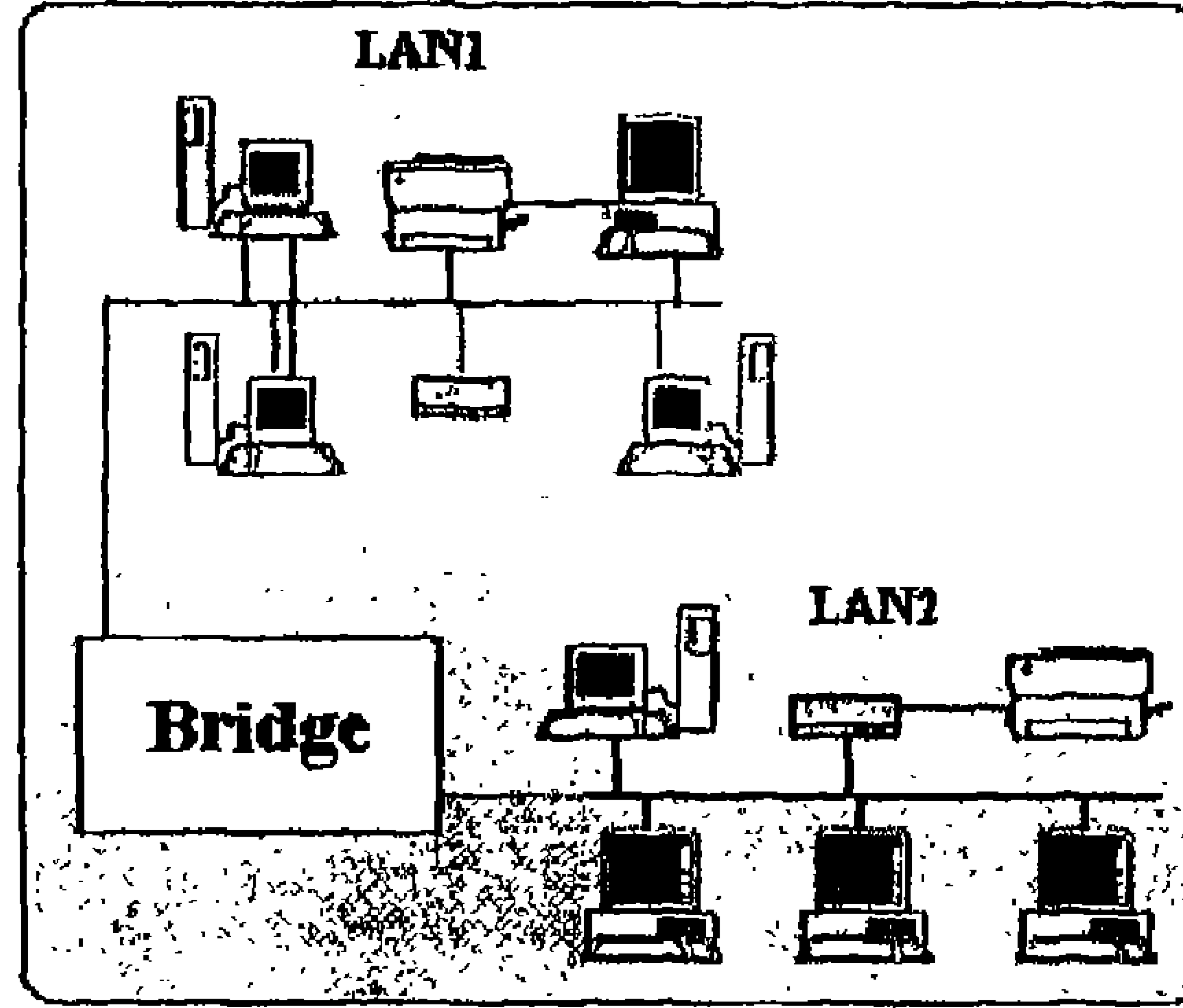
قديما كان المقصود من تصميمات Bridge هو استخدامه في تقسيم شبكة LAN الواحدة إلى عدة أقسام (segments) أو استخدامه في ربط عدة شبكات LANs لها نفس البروتوكول (for physical and medium access layers)

E.g. all confirming to IEEE802.3 or all confirming to FDDI

وحيث أنه كانت جميع الأجهزة تستخدم نفس البروتوكول فكانت كمية المعالجات (Processing) داخل Bridge محدودة أو أقل ما يمكن.

حديثا تم تطوير Bridges لتعمل في ربط شبكات LANs لها MAC مختلفة ولكنها ما زالت أبسط من Routers. الشكل رقم 11 يوضح أنه يمكن استخدام Bridge

لتوصيل الإطارات بين شبكتين LANs في كلا الاتجاهين (من LAN1 إلى LAN2 والعكس)



شكل 11: استخدام Bridge لتوصيل الإطارات بين شبكتين LANs في كلا الاتجاهين (من LAN1 إلى LAN2 والعكس)

بعكس repeater فان Bridge لديه منطق (logic) يمكنه من التحكم في الزحام المروري (traffic control) وأيضا فصل وعزل الروابط التي بها مشاكل أو معوقات.

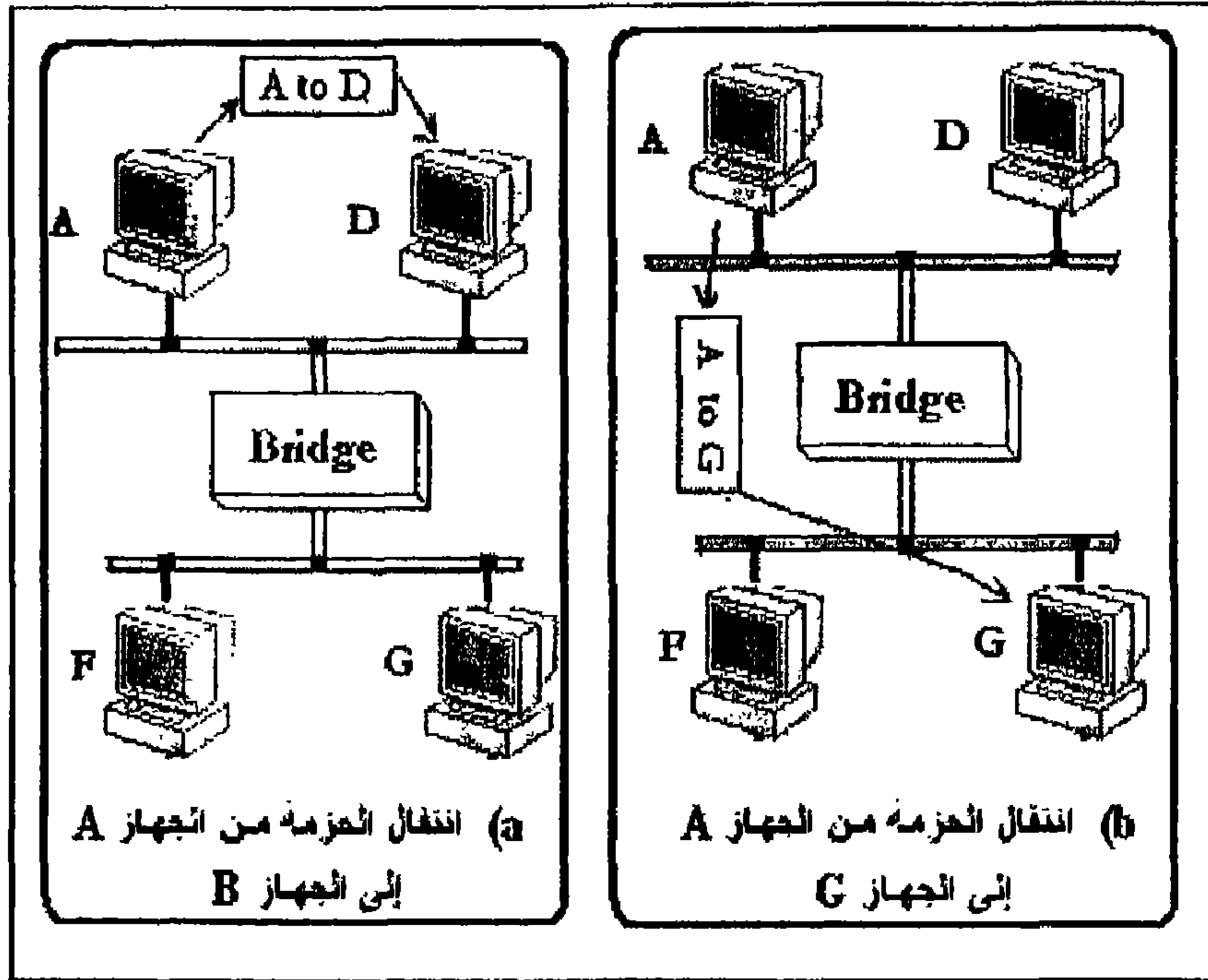
عند العمل خلال طبقة الربط Data link layer فان Bridge يعطى الأذن (access) للعنوان المادي (physical addresses) لجميع المحطات على segment المتصل به. عندما يدخل الإطار إلى Bridge فانه يختبر عنوان الوجهة النهائية (destination) ويوجه الإطار إلى القسم (segment) الذي ينتمي إليه العنوان أي أنه عندما يتلقى Bridge الإطار فانه يقرأ العنوان المادي في الإطار ويقارنه بجدول يحتوي على كل عناوين المحطات في كلا القسمين Bridge

بصورة عامة يكون Bridge في إحدى حالتين : الحالة الأولي (Blocking) عندما يكون عنوان الوجهة النهائية في نفس قسم المصدر أي تظل الحزمة في نفس قسم المصدر

والحالة الثانية (Passing)عندما يكون عنوان الوجهة النهائية في أحد الأقسام الأخرى أي تنتقل الحزمة إلى أحد الأقسام الأخرى. تنتقل الحزمة إلى أحد الأجهزة داخل القسم الواحد من خلال العنوان المادي الموجود بالحزمة.

الشكل رقم 12 يوضح استخدام Bridge في التوصيل بين أجهزة في قسمان.

القسم الأول يحتوي على المحطتان A and D والقسم الثاني يحتوي على المحطتان F and G



شكل 12: استخدام Bridge في التوصيل بين أجهزة في قسمان

الحالة الأولى: إرسال إطار من المحطة A إلى المحطة D

أي أن الإطار يحتوي على عنوان المحطة D. حيث أن المحطة A والمحطة D في نفس القسم (the same segment) فان الحزمة تمنع (blocked) بواسطة Bridge من الدخول إلى القسم الأسفل وترحل (relay) إلى نفس القسم العلوي وتستقبل بواسطة المحطة D طبقا للعنوان الموجود في الإطار

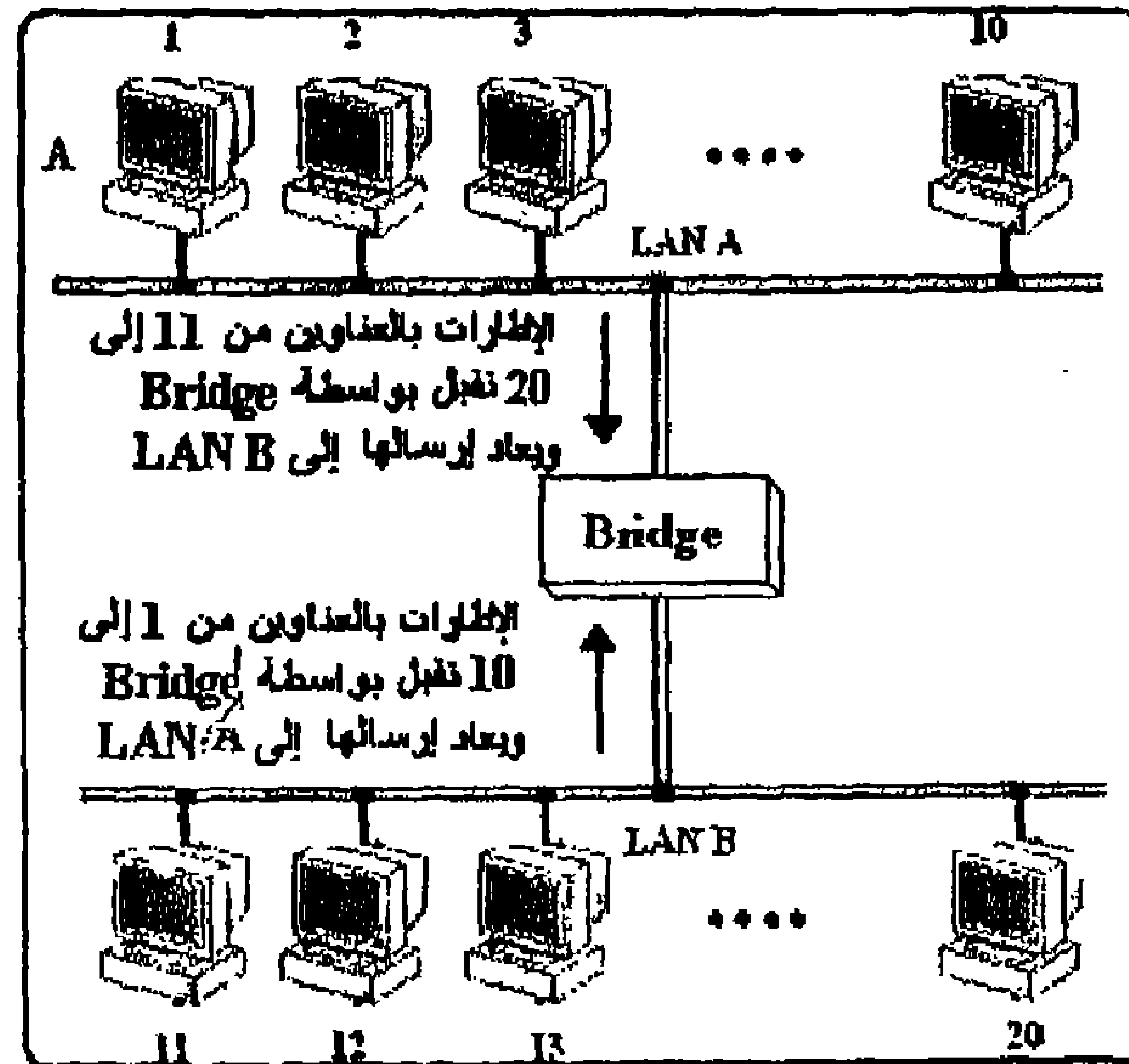
الحالة الثانية : إرسال إطار من المحطة A إلى المحطة G

أي أن الحزمة تحتوي على عنوان المحطة G . حيث أن المحطة A والمحطة G في قسمان مختلفان (two different segments) فان Bridge يسمح للحزمة للعبور إلى القسم السفلي حيث تستقبل بواسطة المحطة G طبقا للعنوان الموجود في الإطار

11.4.1) عمل Bridge

الشكل رقم 13 يوضح كيفية عمل Bridge لربط شبكتي LAN A and LAN B

1) يقرأ Bridge جميع الإطارات (frames) المرسلة بواسطة LAN A ولكنه يقبل (accept) الإطارات المعنونة إلى LAN B فقط
2) باستخدام بروتوكول التحكم في الدخول على الوسط (Medium Access Control protocol) للشبكة LANB فان Bridge يعيد (retransmit) الإطارات إلى LAN B
3) يقوم Bridge بنفس العمل عند انتقال الإطارات من LAN B إلى LAN A
4) إذا انتقل الإطار إلى LANB فانه يصل إلى أحد أجهزة LANB بناء على العنوان المادي بالإطار



شكل 13 : كيفية عمل Bridge لربط شبكتي LAN A and LAN B

(11.4.2 وظائف Bridges (Functions of the Bridges)

1) لا يقوم بأي تعديلات على محتوى (content) أو شكل (format) للإطارات المرسلة . أي أن كل إطار ينتقل خلال اقسام الشبكة الواحدة أو خلال شبكات LANs بنفس هيئة البتات (bit pattern)

2) نظرا لأنه من الممكن أن تكون سرعة إرسال الإطارات إلى دخل Bridge أسرع من سرعة إعادة إرسال هذه الإطارات فانه يحتوى على ذاكرة (buffer) لتخزين الإطارات

3) يمكن أن يستخدم bridge لربط أكثر من شبكتان LANs

4) يجب أن يحتوي Bridge على ذكاء خاص للعنونة والتسيير (addressing and routing intelligence) والذي يمكنه من التعرف لأي عناوين داخل الشبكة يتم إمرار الإطارات .

(11.4.3 أنواع Bridges (Types of Bridges)

لاختبار الأقسام فأن Bridge يحتوي على جدول الفحص (Look-up table) الذي يحتوي على العناوين المادية لكل المحطات المتصلة به حيث أن الجدول يبين لأي قسم تنتمي كل محطة.

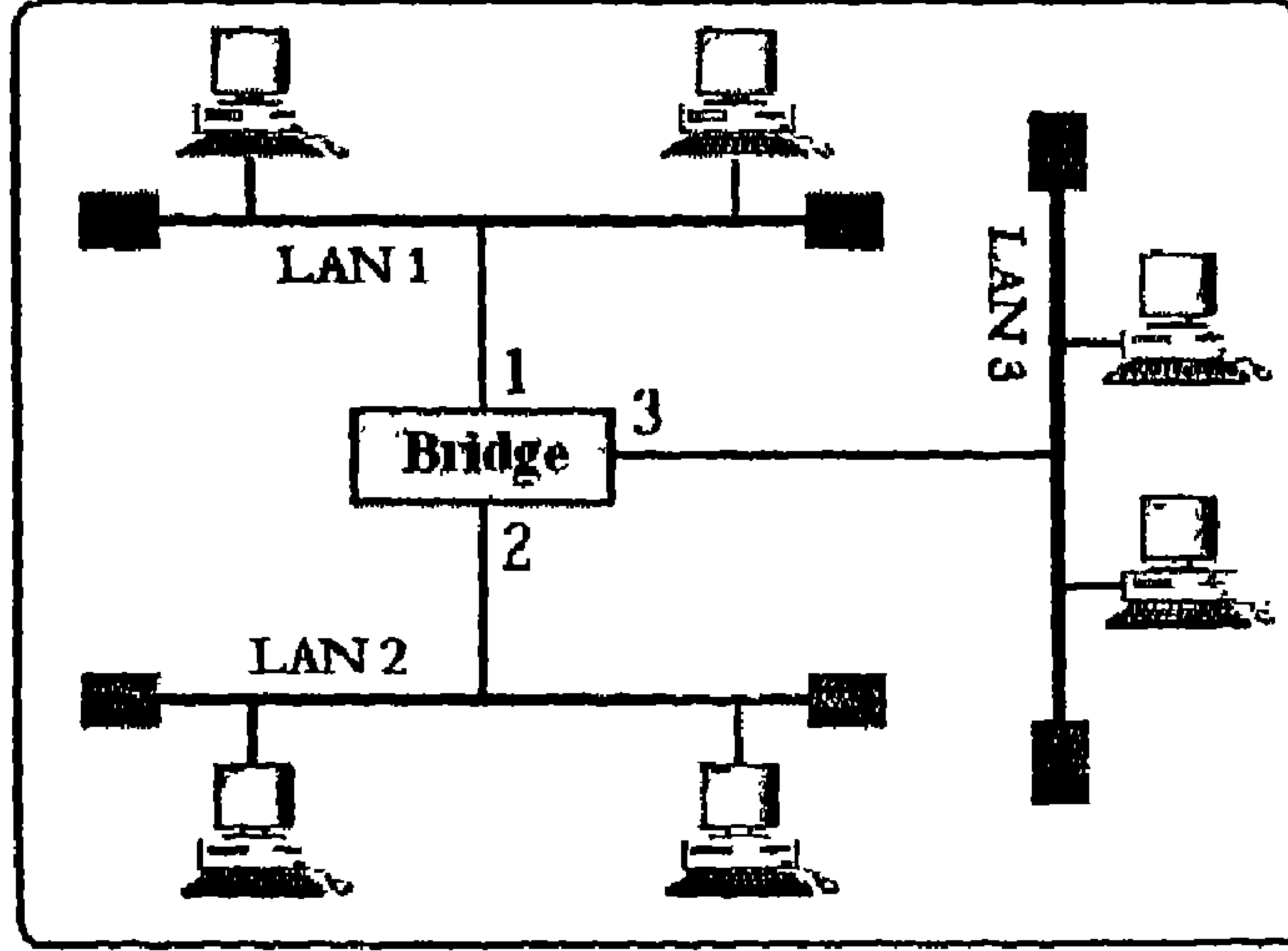
تبعا لطريقة تسجيل المحطات داخل جدول الفحص وعدد الأقسام التي يمكن ربطها يمكن تقسيم أنواع Bridge إلى:

Simple Bridge (1

هذا النوع قليل التكلفة ويستخدم لربط قسمين ويحتوي على جدول به عناوين جميع المحطات في كل قسم . هذا النوع أولي وذلك لأن العناوين تسجل يدويا وبالتالي فان تهيئة وتعديل وصيانة هذا النوع يحتاج إلى وقت كبير ولذلك لا يفضل استخدامه في معظم التطبيقات.

Multiport Bridges (2

هذا النوع له نفس خصائص simple bridge بالإضافة إلى أنه يستطيع ربط أكثر من شبكتين LANs. الشكل رقم 14 يوضح استخدام Multiport Bridge في ربط عدة شبكات محلية LANs .



شكل 14: استخدام Multiport Bridge في ربط عدة شبكات محلية LANs

Transparent (Learning) Bridges (3

هذا النوع يقوم ببناء جدول الفحص (look-up-table) ذاتيا أثناء انجاز مهامه على النحو التالي :

1) عندما يتم تركيبه (install) لأول مرة فان جدوله يكون فارغا

2) يستخدم عنوان المصدر (source address) لبناء جدوله. عندما يستقبل حزمة معينة فانه ينظر إلى عنوان المصدر (sender) والوجهة النهائية (destination) وبمجرد قراءة عنوان المصدر فانه يدون من أي جانب أتت الحزمة ويضم هذا العنوان إلى القسم الذي ينتمي إليه.

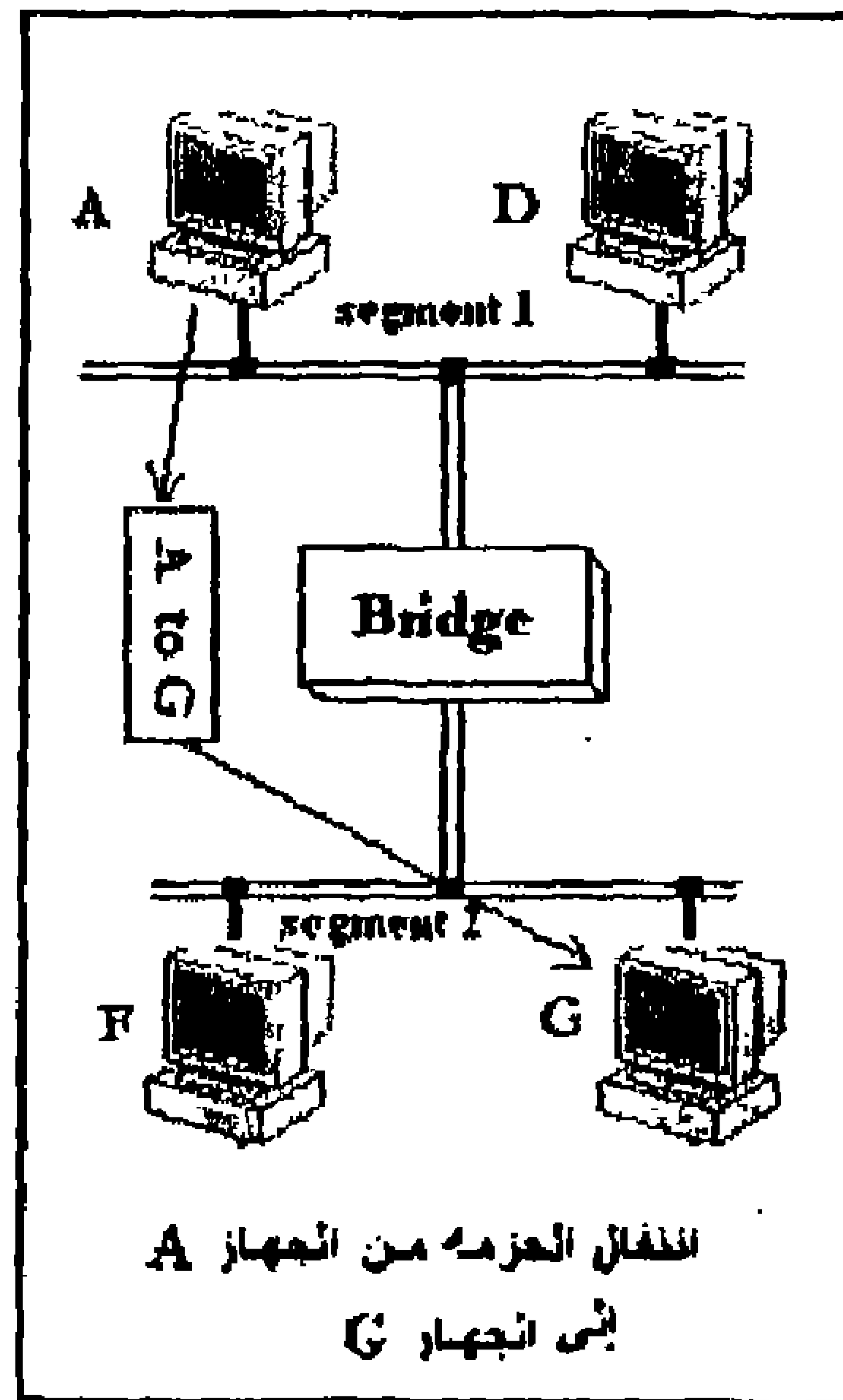
3) عندما يتم إرسال أول حزمة من كل محطة فان Bridge يسجل عنوان المحطة والقسم التابعة له في جدول داخل ذاكرة Bridge.

4) باستمرار العمل يكون هذا النوع له جدول كامل يحتوي على عناوين المحطات والقسم الذي تنتمي إليه كل محطة ويخزن هذا في ذاكرة Bridge.

من أهم مزايا هذا النوع أنه لديه القدرة على التحديث الذاتي فإذا تغير وضع الأجهزة بالنسبة للأقسام فانه يقوم بتحديث أوضاع الأجهزة والأقسام على الوضع الجديد

مثال1 :

الشكل رقم 15 يوضح كيفية عمل transparent bridge في نقل إطار من الجهاز A الموجود في Segment 1 إلى الجهاز G الموجود في Segment 2



شكل 15: استخدام transparent bridge في نقل إطار من الجهاز A الموجود في Segment 1 إلى الجهاز G الموجود في Segment 2

المحطة A تريد أن ترسل حزمة إلى المحطة G. Bridge يعلم أن الحزمة التي أتت من المحطة A تأتي من القسم الأعلى ويضع هذه المحطة (A) ضمن محطات القسم الأعلى.

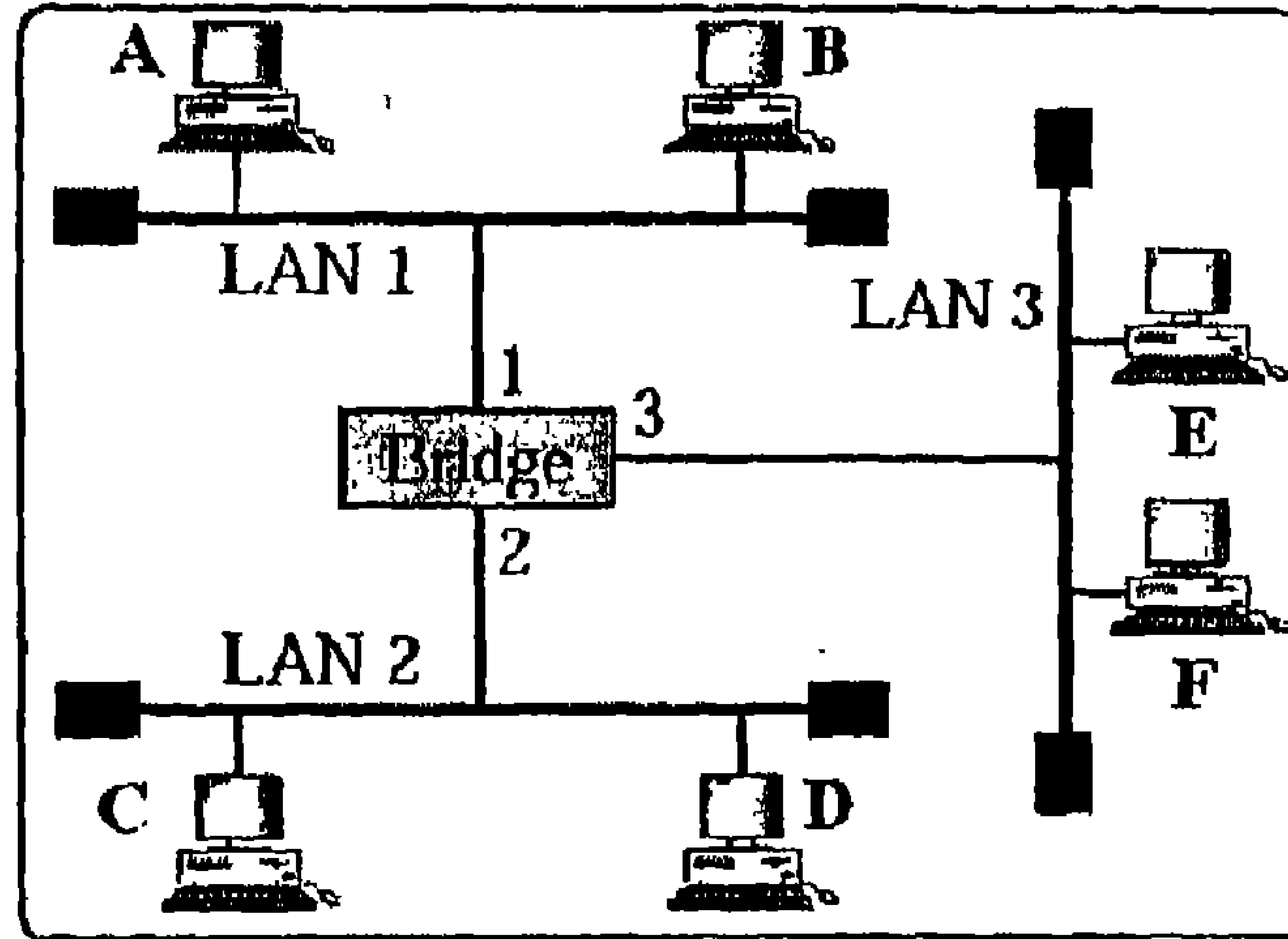
الآن عندما يستقبل Bridge الحزمة بعنوان المحطة (A) (عنوان المصدر) فانه يعلم أنها تنتمي إلى القسم العلوي

مثال2:

الشكل رقم 16 يوضح خطوات بناء جدول Bridge (look-up-table) المتصل بثلاث شبكات LANs

مثال 3:

الشكل رقم 17 يوضح جدول Bridge (look-up-table) لربط شبكتان LANs



Address	Port

1) الجدول فارغ

Address	Port
A	1

2) بعد إرسال إطار من المحطة A إلى المحطة D

A ⟶ D

Address	Port
A	1
E	3

3) بعد إرسال إطار من المحطة E إلى المحطة A

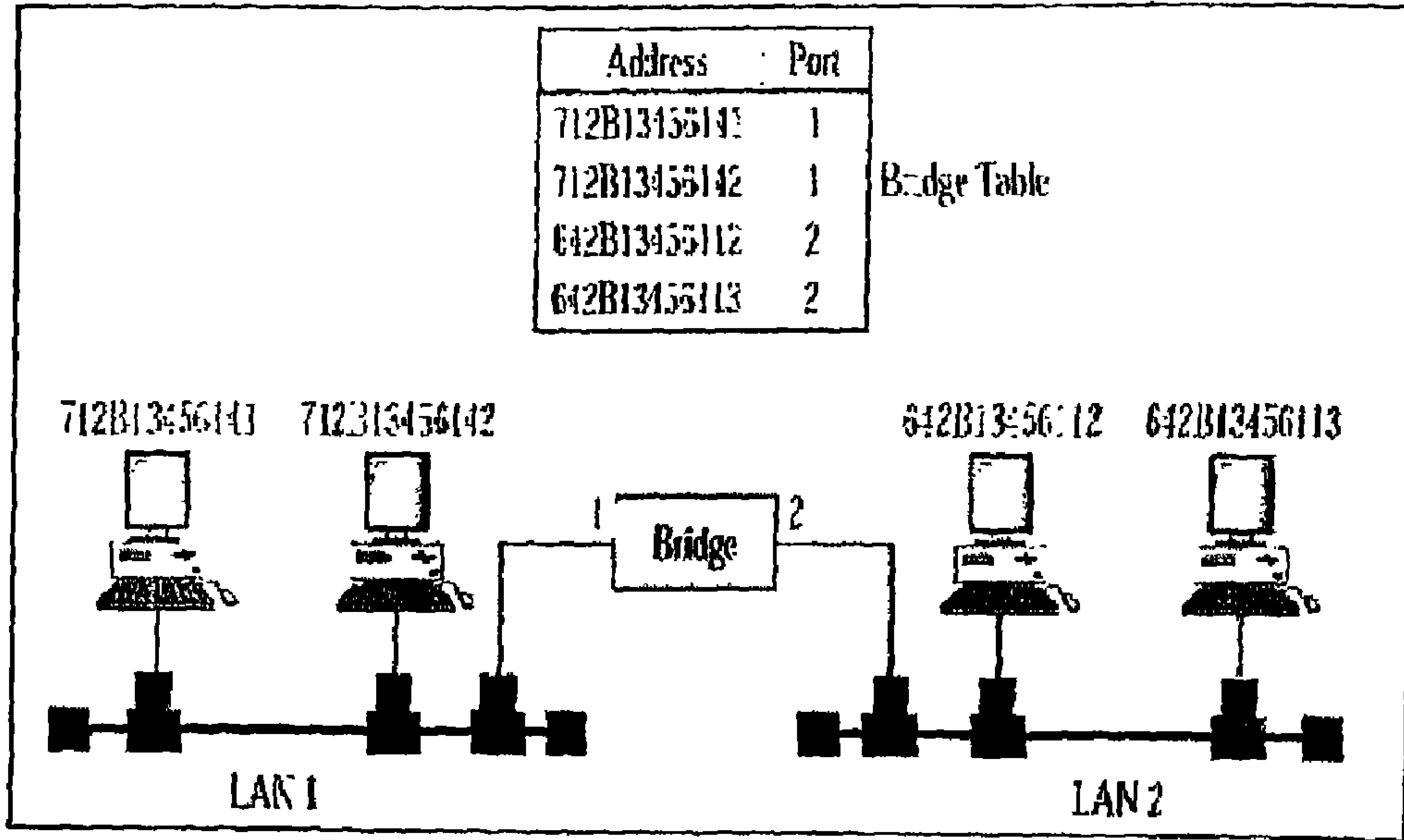
E ⟶ A

Address	Port
A	1
E	3
B	1

4) بعد إرسال إطار من المحطة B إلى المحطة C

B ⟶ C

شكل 16 : خطوات بناء جدول Bridge المتصل بثلاث شبكات LANs



شكل 17: جدول Bridge (look-up-table) لربط شبكتان LANs

نظريا Bridge يمكن أن يربط شبكتان LANs تحتوي على بروتوكولات مختلفة خلال طبقة الربط مثل شبكة Ethernet LAN و شبكة Token Ring LAN فان هناك بعض المسائل (issues) يجب أن تؤخذ في الاعتبار مثل:

a) شكل الإطار Frame Format

الإطارات المرسلة بواسطة LAN المختلفة لها أشكال مختلفة (تقارن تشكيل الإطارات في شبكتي Ethernet و Token Ring

b) حيز الحمولة Payload size

حيز البيانات داخل الإطار يتغير من بروتوكول إلى بروتوكول آخر (تقارن حمولة الإطارات في شبكتي Ethernet و Token Ring

c) معدل سريان البيانات Data Rate

البروتوكولات المختلفة تستخدم معدلات مختلفة لسرعة البيانات (data rate)

- Ethernet يعمل بسرعة 10 Mbps
- Token ring يعمل بسرعة 16 Mbps

d) ترتيب بتات العنوان Address bit order

ترتيب بتات العناوين تختلف حسب البروتوكول المستخدم فعلى سبيل المثال فان Bridge تقوم بعكس العنوان إذا جاءت رسالة من LAN تعمل ببروتوكول Ethernet إلى LAN تعمل ببروتوكول Token Ring

e) مسائل أخرى Other issues

هناك مسائل أخرى يجب أن تؤخذ في الاعتبار مثل

- o كيفية إقرار البيانات Acknowledgment
- o معالجة التصادم بين البيانات Collision
- o تحديد أولويات المرور والتوصيل Priority

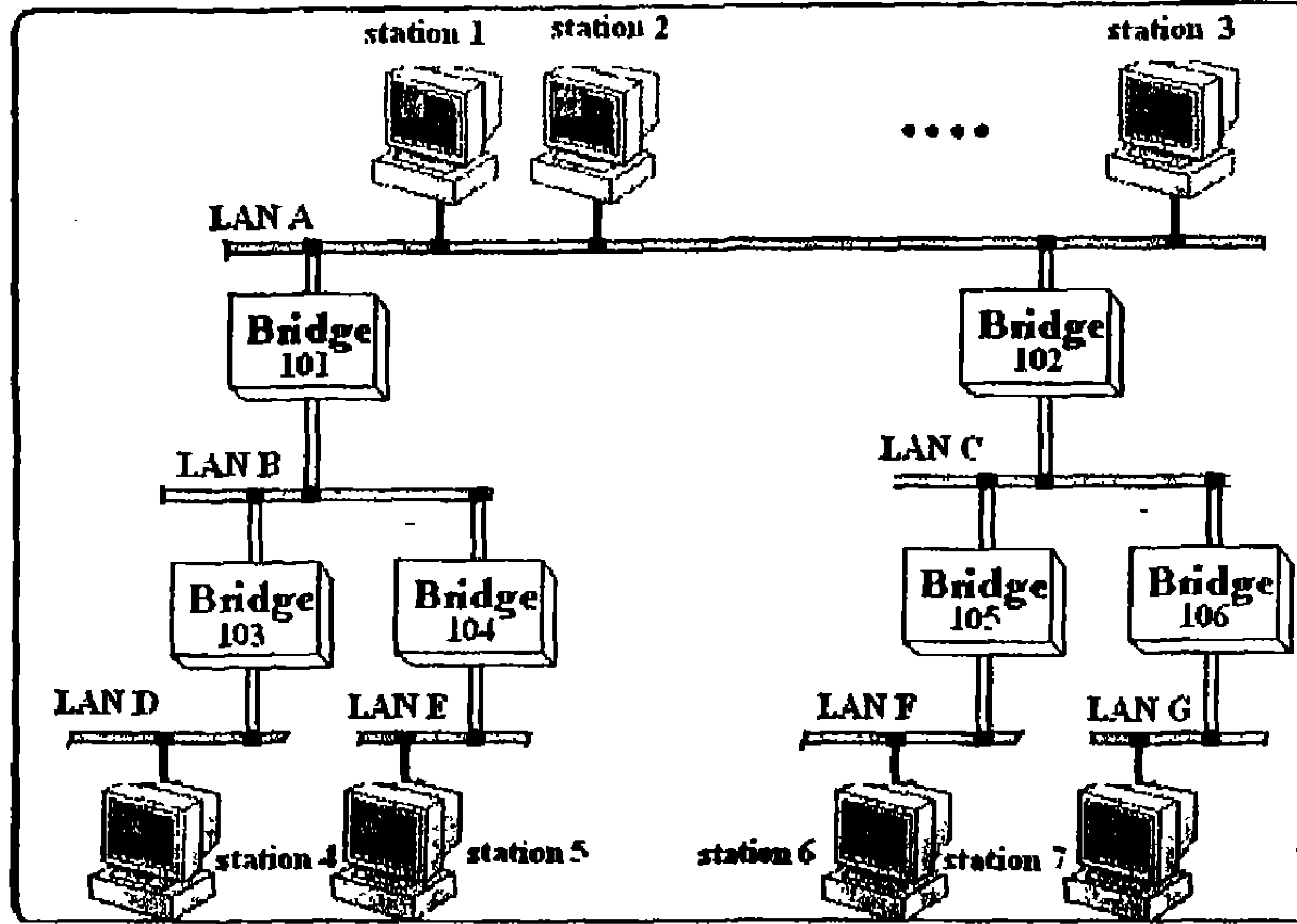
حديثا يوجد أنواع من Bridges لديها القدرة على التعامل مع كل المشاكل السابقة وبالتالي نستطيع ربط شبكات LANs مختلفة في البروتوكول

11.4.4) التحكم في السريان بواسطة Bridges (Routing With Bridges)

Bridge يجب أن يحدد قراره لتحديد اتجاه نقل الإطار بناء على destination MAC address وفي حالة التركيبات الشبكية المعقدة فان Bridge يجب أن يتخذ قرار التسيير (routing decision)

مثال4 :

الشكل رقم 18 يوضح عملية routing decision في حالة إرسال إطار من المحطة رقم 1 (station 1) داخل LAN A إلى المحطة رقم 5 (station 5) داخل LAN E

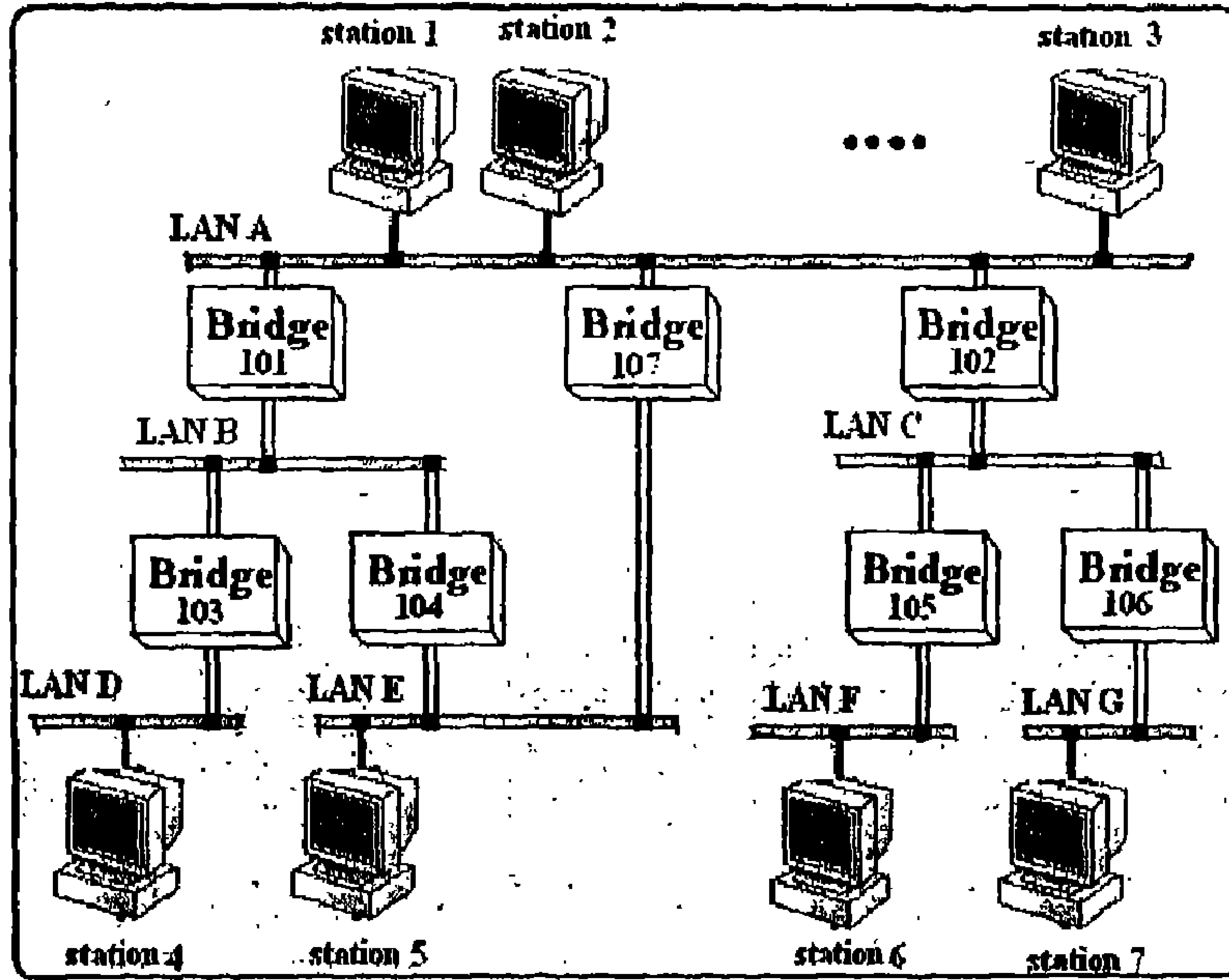


شكل 18: عملية routing decision في حالة إرسال إطار من المحطة رقم 1 (station 1) داخل LAN A إلى المحطة رقم 5 (station 5) داخل LAN E

الإطار المراد إرساله سيقرأ بواسطة bridge 101 and bridge 102. كل bridge سيعلم أن هذا الإطار خارج الشبكة المتصل به وبالتالي فان كل bridge سيتخذ قرار لإعادة إرسال أو عدم إرسال الإطار إلى LAN الأخرى. في هذه الحالة فان bridge 101 سيعيد إرسال الإطار إلى LAN B في حين أن bridge 102 سيحجم عن إعادة إرسال الإطار. بمجرد إرسال الإطار إلى LAN B فان هذا الإطار سيستقبل بواسطة bridge 103 and bridge 104. بنفس الطريقة السابقة فان bridges 103 and 104 سيتخذان قرار إعادة الإرسال أو عدم إعادة الإرسال للإطار المستقبل. في الحالة السابقة سيقوم bridge 104 بإعادة الإرسال إلى LAN E حيث سيتم استقبال الإطار بواسطة station 5

مثال5:

الشكل رقم 19 تعديلا للمثال رقم 4 حيث تم إضافة bridge 107 ليقوم بالربط المباشر بين LAN A and LAN E



شكل 19: تعديلاً للمثال رقم 4 حيث يتم إضافة bridge 107
ليقوم بالربط المباشر بين LAN A and LAN E

في هذه الحالة يقوم bridge 107 بتوجيه الإطار بدلا من bridge 101 وذلك لوجود وثبه واحدة فقط (one hop) مقارنة بتوجيه الإطار بواسطة bridge 101 (two hops) وفي حالة وجود عطل في bridge 107 فسيتم التوجيه بواسطة bridge 101.

بصورة عامة يمكن القول أن إمكانية تسيير الإطارات frames routing capability يجب أن تأخذ في الاعتبار طوبوغرافيا هيكل الانترنت (topology of internet configuration). حديثا ظهرت استراتيجيات تسيير (routing strategies) متعددة وسنكتفي هنا بشرح ابسط الاستراتيجيات المستخدمة والأكثر شيوعا وهو ما يسمى fixed routing حيث أن هذه الإستراتيجية مناسبة لشبكات LAN الصغيرة.

إستراتيجية التسيير الثابت Fixed Routing Strategy

في هذه الإستراتيجية : 1) المسار يحدد لكل source-destination pair لشبكات LAN. 2) إذا كان هناك مسارات تبادلية (alternative routes) بين شبكتان LANs فسيتم اختيار المسار الذي يحقق أقل عدد من الوثبات (minimum number of hops). الشكل رقم 20 يوضح طريقة تصميم fixed routing للشبكة الموجودة بالمثال رقم 5

Central routing directory

Source LAN

Destination LAN	A	B	C	D	E	F	G
A	-	101	102	103	107	105	106
B	101	-	102	103	104	105	106
C	102	101	-	103	107	105	106
D	101	103	102	-	104	105	106
E	107	104	102	103	-	105	106
F	102	101	105	103	107	-	106
G	102	101	106	103	104	105	-

Fixed Routing

Bridge 101 table			
From LAN A		From LAN B	
Dest	next	Dest	next
B	B	A	A
C	-	C	A
D	B	D	-
E	-	E	-
F	-	F	A
G	-	G	A

Bridge 102 table			
From LAN A		From LAN C	
Dest	next	Dest	next
B	-	A	A
C	C	B	A
D	-	D	A
E	-	E	A
F	C	F	-
G	C	G	-

Bridge 103 table			
From LAN B		From LAN D	
Dest	next	Dest	Next
A	-	A	B
C	-	B	B
D	D	C	B
E	-	E	B
F	-	F	B
G	-	G	B

Bridge 104 table				Bridge 105 table				Bridge 106 table			
From LAN B		From LAN E		From LAN C		From LAN F		From LAN C		From LAN G	
Dest	next	Dest	next	Dest	next	Dest	next	Dest	next	Dest	Next
B	-	A	-	B	-	A	C	A	-	A	C
C	-	B	B	B	-	B	C	B	-	B	C
D	-	C	-	D	-	C	C	D	-	C	C
E	E	D	B	E	-	D	C	E	-	D	C
F	-	F	-	F	F	E	C	F	-	E	C
G	-	G	-	G	-	G	C	G	G	F	C

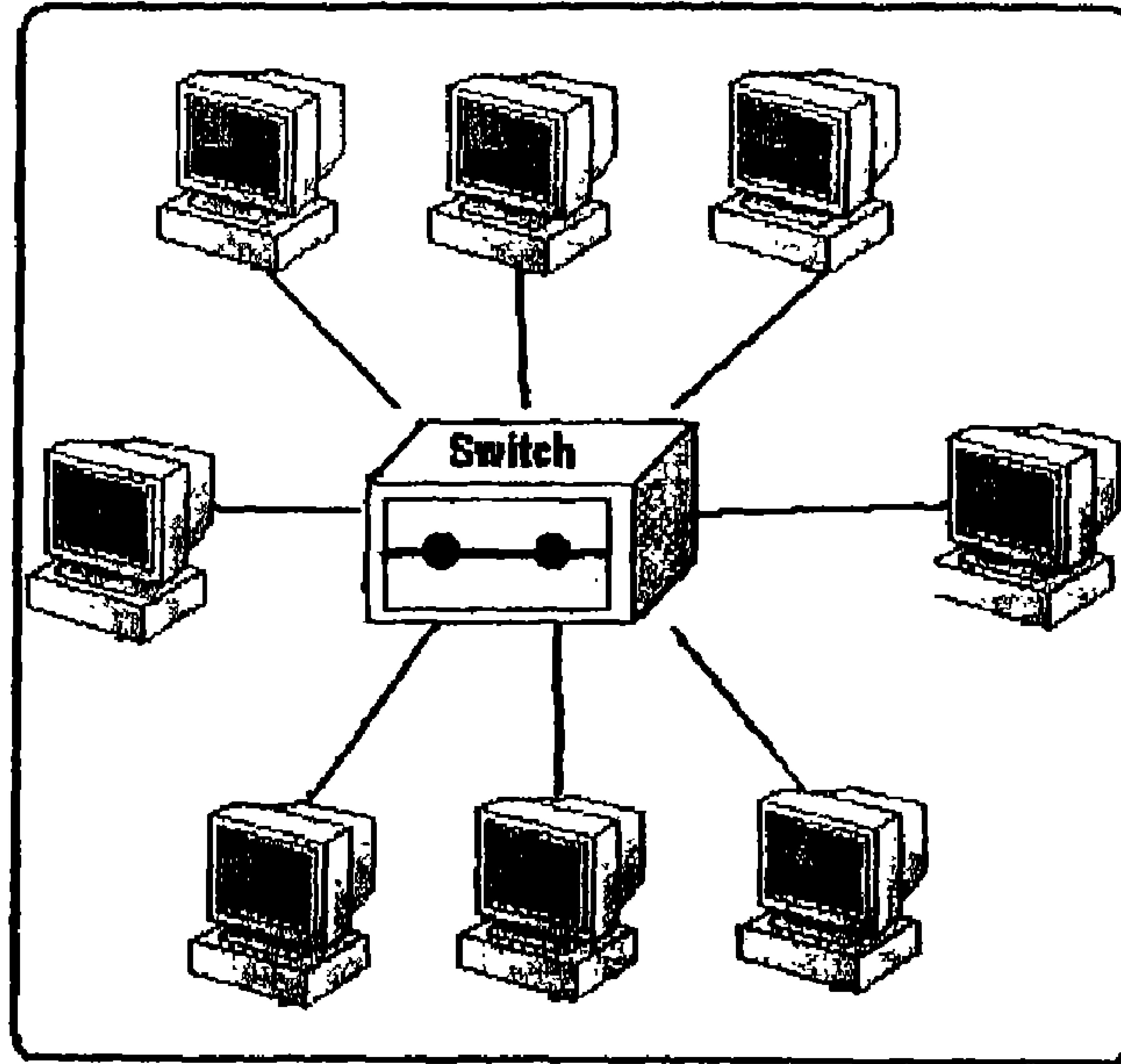
Bridge 107 table			
From LAN A		From LAN E	
Dest	next	Dest	Next
B	-	A	A
C	-	B	-
D	-	C	A
E	E	D	-
F	-	F	A
G	-	G	A

شكل 20: طريقة تصميم fixed routing للشبكة الموجودة بالمثال رقم 5

11.5) المحولات SWITCHES

Switch يعمل مثل Bridge حيث أن كل منهما يقوم بتسيير الإطارات طبقا frame address. Switch يقوم بربط أجهزة داخل شبكة LAN أو ربط عدة شبكات LANs أو تقسيم LAN الواحدة إلى عدة أقسام وربط هذه الأقسام

إطراف switch تتصل مباشرة بكل جهاز (شكل رقم 21) وبالتالي يجب أن يحتوي switch على حيز مناسب لعدة كروت بعكس bridge الذي يحتاج إلى حيز اقل للكروت وذلك لأنه يقوم بربط LANs أو segments فقط



شكل 21: استخدام Switch لربط أجهزة داخل الشبكة

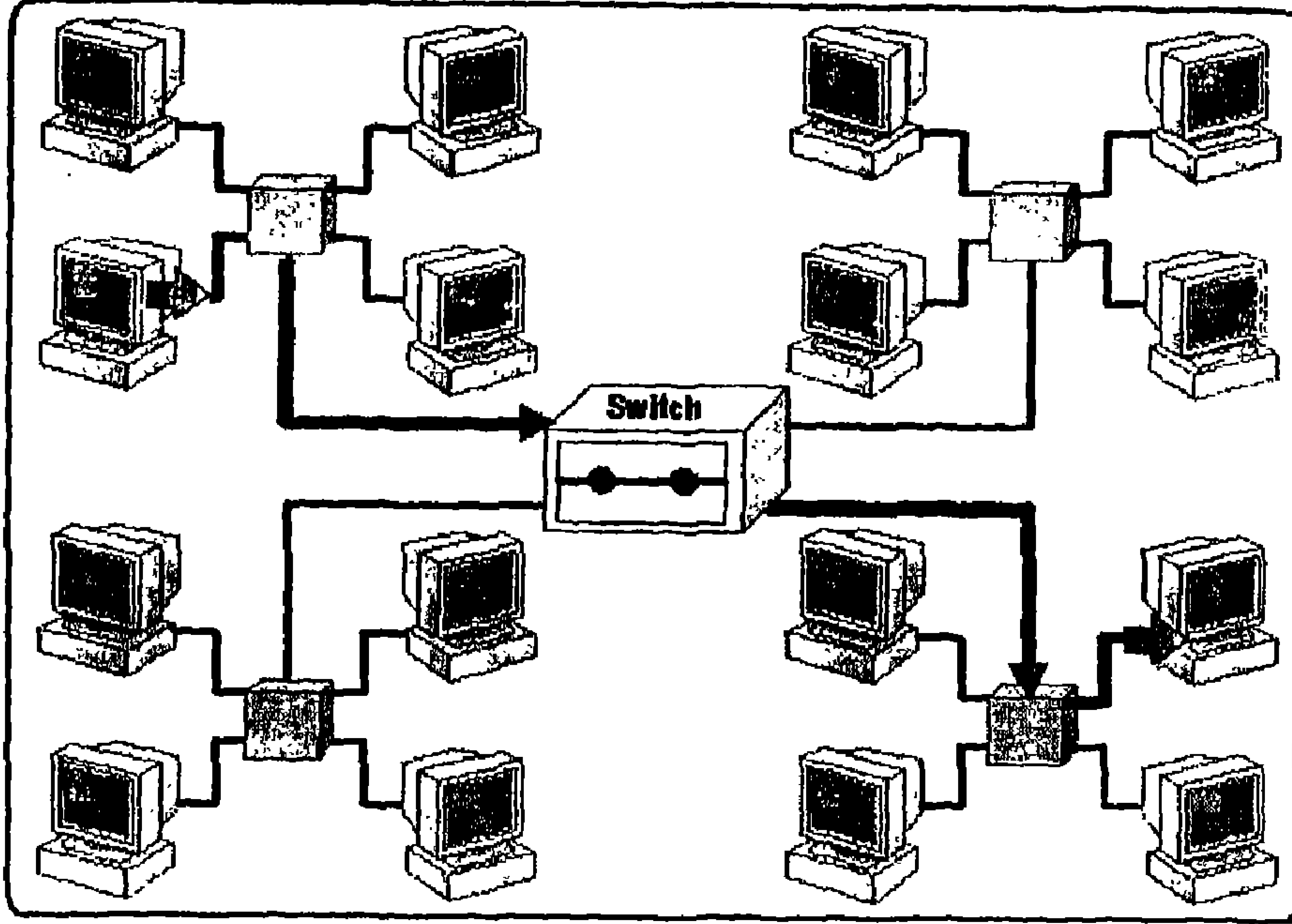
كل line card يزود مساحة تخزينية buffer space للإطارات المستقبلة من كل دخل في switch. بناء على المعلومات الموجودة في packet header فان switch يقوم بإنشاء اتصال داخلي بين أطرافه وذلك لتوجيه data packet إلى الوجهة المناسبة (الجهاز المناسب) وهذا يعني أنه يتم فصل بعض المسارات الداخلية (داخل switch) وذلك لربط جهازي المصدر والوجهة النهائية مباشرة

يتم استخدام switch في الإغراض التالية

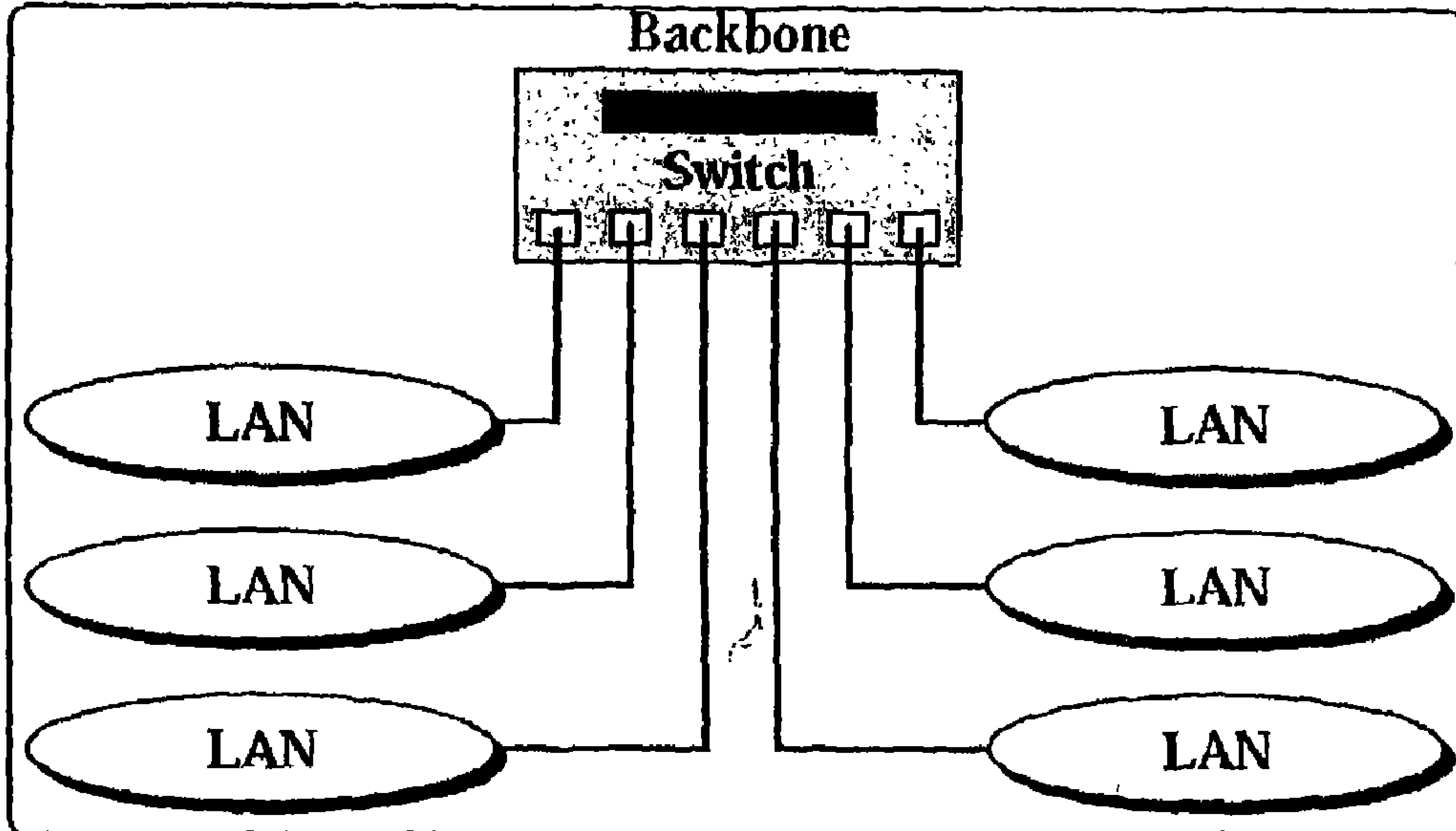
1) إرسال data packet مباشرة من جهاز المصدر (sender) إلى جهاز ألوجهه النهائية (final destination)

2) التزود بمعدل سرعات عالية لنقل البيانات

الشكل رقم 22 يوضح استخدام switch لربط عدد من hubs داخل LAN. الشكل 23 يوضح استخدام switch لربط عدد من شبكات LANs



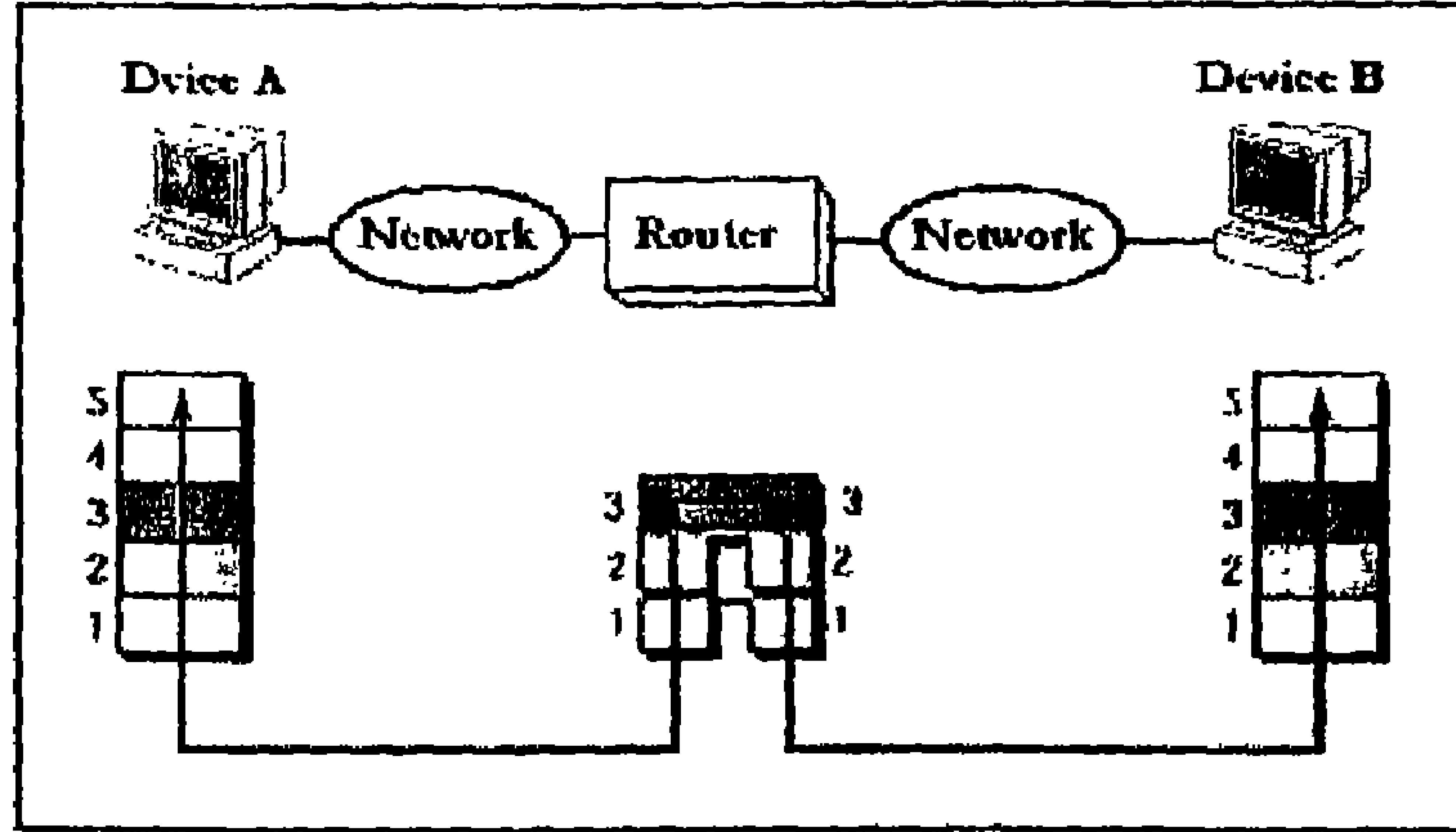
شكل 22: استخدام switch في ربط عدد من Hubs داخل LAN



شكل 23: استخدام switch لربط عدد من شبكات LANs

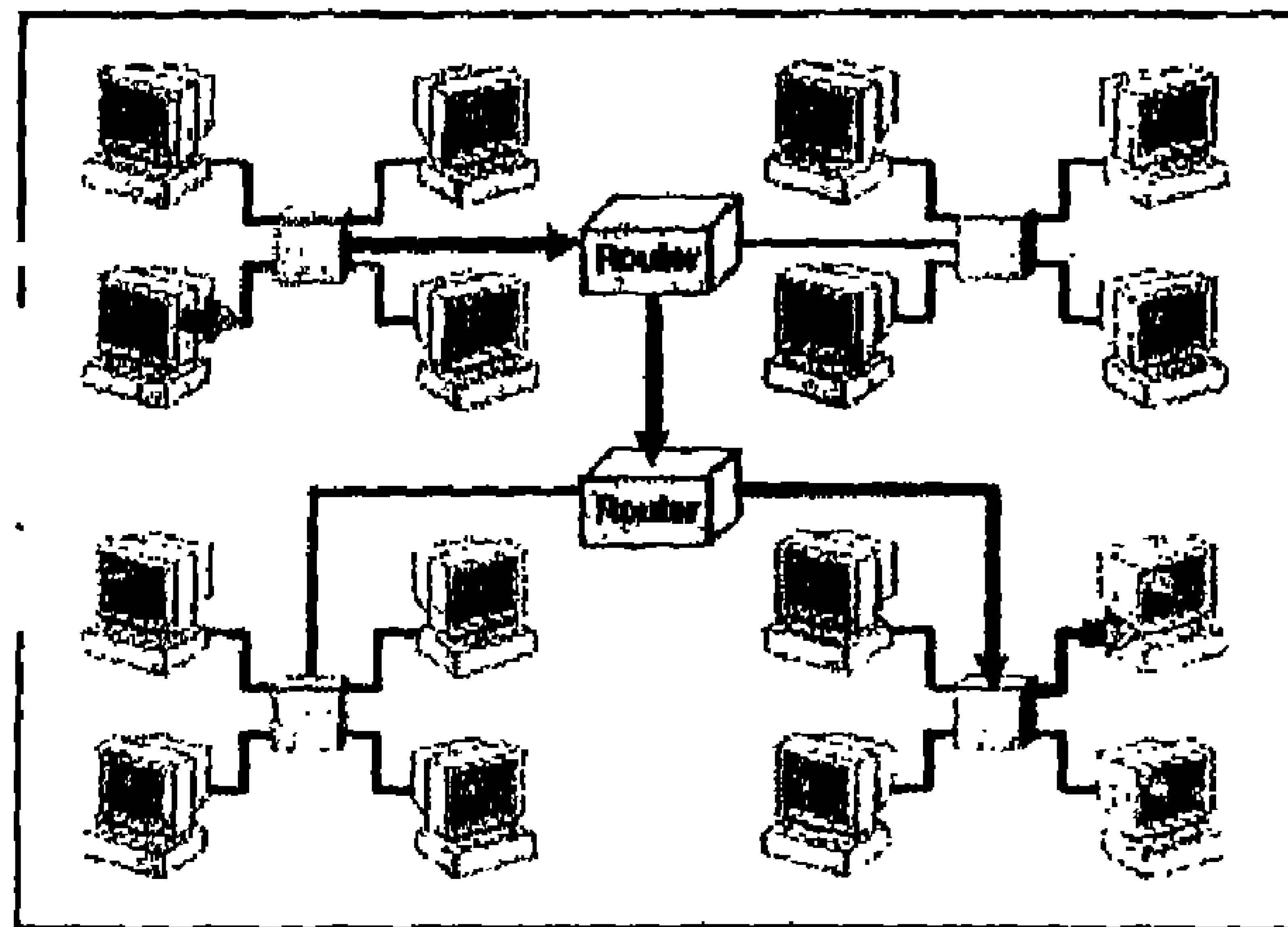
ROUTERS (11.6

Routers يعمل من خلال طبقات OSI الثلاث السفلى (Physical, data link and Network layers) (الشكل رقم 24)

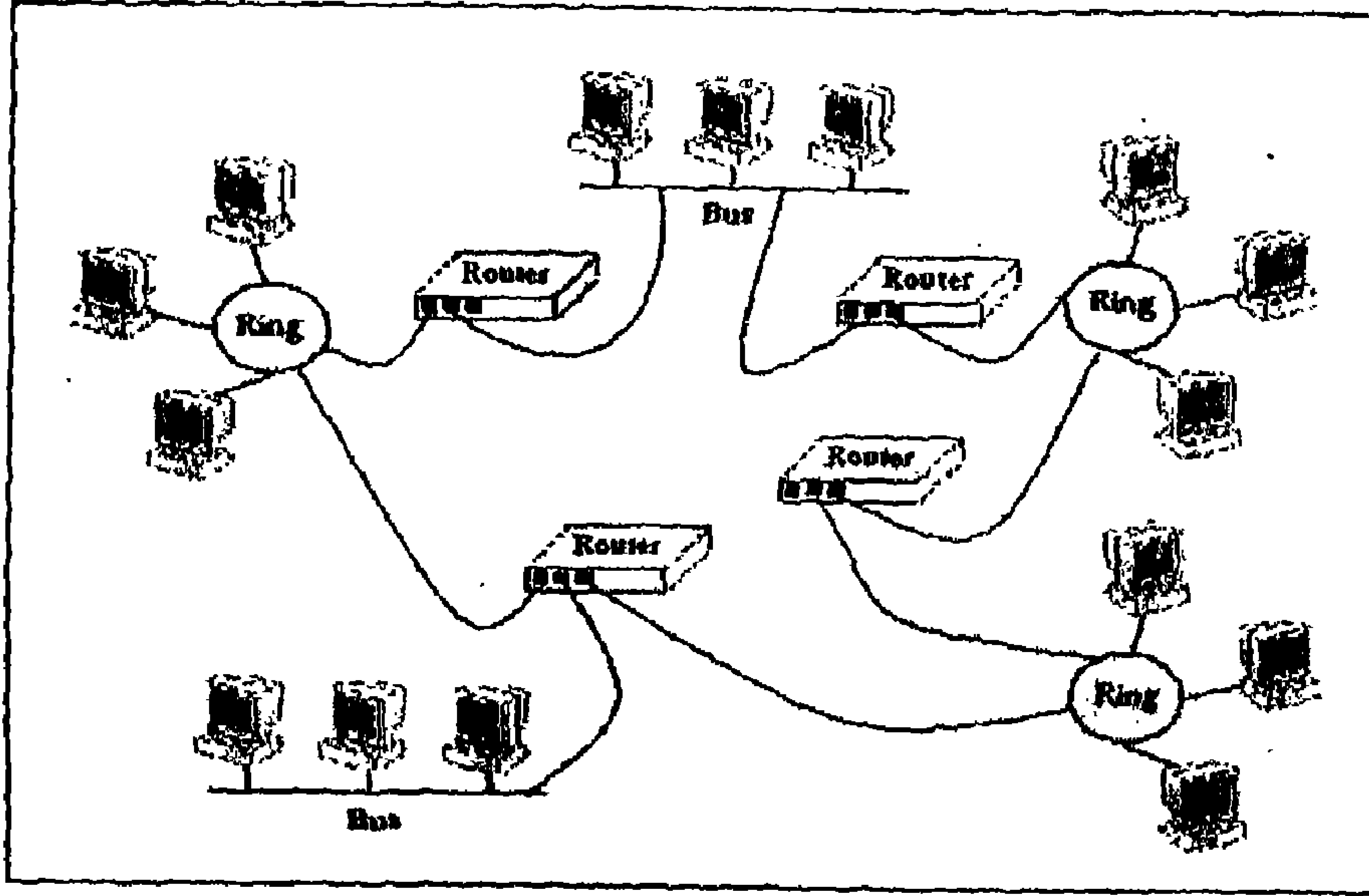


شكل 24: عمل routers من خلال الطبقات الثلاث السفلى لنظام OSI

Routers يقوم بنفس وظائف Bridge and switch ولكنه أكثر تعقيدا وله وظائف أخري متعددة حيث أنه يتعامل مع عناوين الشبكة ويحتوي على Software يمكنه من تحديد أفضل مسار للإرسال من بين عدة مسارات كما أنه يعمل على نقل و استقبال وتبديل الحزم بين عدة شبكات لها نفس البروتوكول. الشكل رقم 25 والشكل رقم 26 يوضحان استخدام Routers في ربط عدة شبكات تعمل على نفس البروتوكول



شكل 25 : استخدام Routers في ربط عدة شبكات تعمل على نفس البروتوكول



شكل 26 : استخدام Routers في ربط عدة شبكات تعمل على نفس البروتوكول

الشكل السابق يوضح التشبيك من بين 5 شبكات. الحزمة المرسلة من محطة في إحدى الشبكات إلى محطة أخرى في شبكة أخرى تذهب أولا إلى Router المتصل بشبكة المصدر والذي يقوم بدوره بعملية Switching إلى شبكة الوجهة النهائية. إذا لم يكن هناك Router متصل بين شبكة الإرسال وشبكة الاستقبال فان Router الإرسال يقوم بنقل الحزمة عبر إحدى الشبكات المتصلة إلى Router التالي في اتجاه الوجهة النهائية. هذا Router يرسل الحزمة إلى Router التالي على المسار ويستمر نفس الأسلوب حتى نصل إلى الوجهة النهائية (final destination)

Router يمكن أن يربط بين شبكتان أو أكثر في نفس الوقت. كإحدى المهام البسيطة فأن Router يستقبل الحزم من إحدى الشبكات المتصلة به ويمررها إلى الشبكة الأخرى

إذا كانت الحزمة المستقبلة معنونه إلى إحدى الأجهزة في إحدى الشبكات الغير متصلة ب Router فان Router يكون لديه القدرة على تحديد أفضل المسارات للحزمة لكي تصل إلى وجهتها النهائية من خلال توصيلها إلى Router آخر.

عند انتقال البيانات خلال أقسام الشبكات فان Router يختبر Packet header لتحديد أفضل مسار لسريان الحزمة حيث أنه يعلم المسار لجميع الأقسام داخل الشبكة وذلك لأنه لدية جدول (routing table)

Router يمكن مجموعة من users من المشاركة على رابط واحد للتعامل مع شبكات internet. إذا حدث عطل في الرابط الموصل بين two routers فان sending router يحدد مسار تبادلي لحركة للبيانات

GATWAYS (11.7

Gateway يعتبر محول بروتوكولات (protocol converter) فهو يستطيع استقبال حزمة مهيأة (formatted) لأحدى البروتوكولات (مثل AppleTalk) ويحولها إلى شكل آخر لبروتوكول (TCP/IP) قبل نقلها إلى الشبكة الأخرى. Gateway تنقل وتستقبل وتبدل الحزم بين عدة شبكات لها بروتوكولات متعددة. Gateway عامة هو Software يتم تركيبه خلال Routers.

بصورة عامة فان Gateway القدرة على فهم البروتوكولات وتحويلها إلى بروتوكولات أخرى.

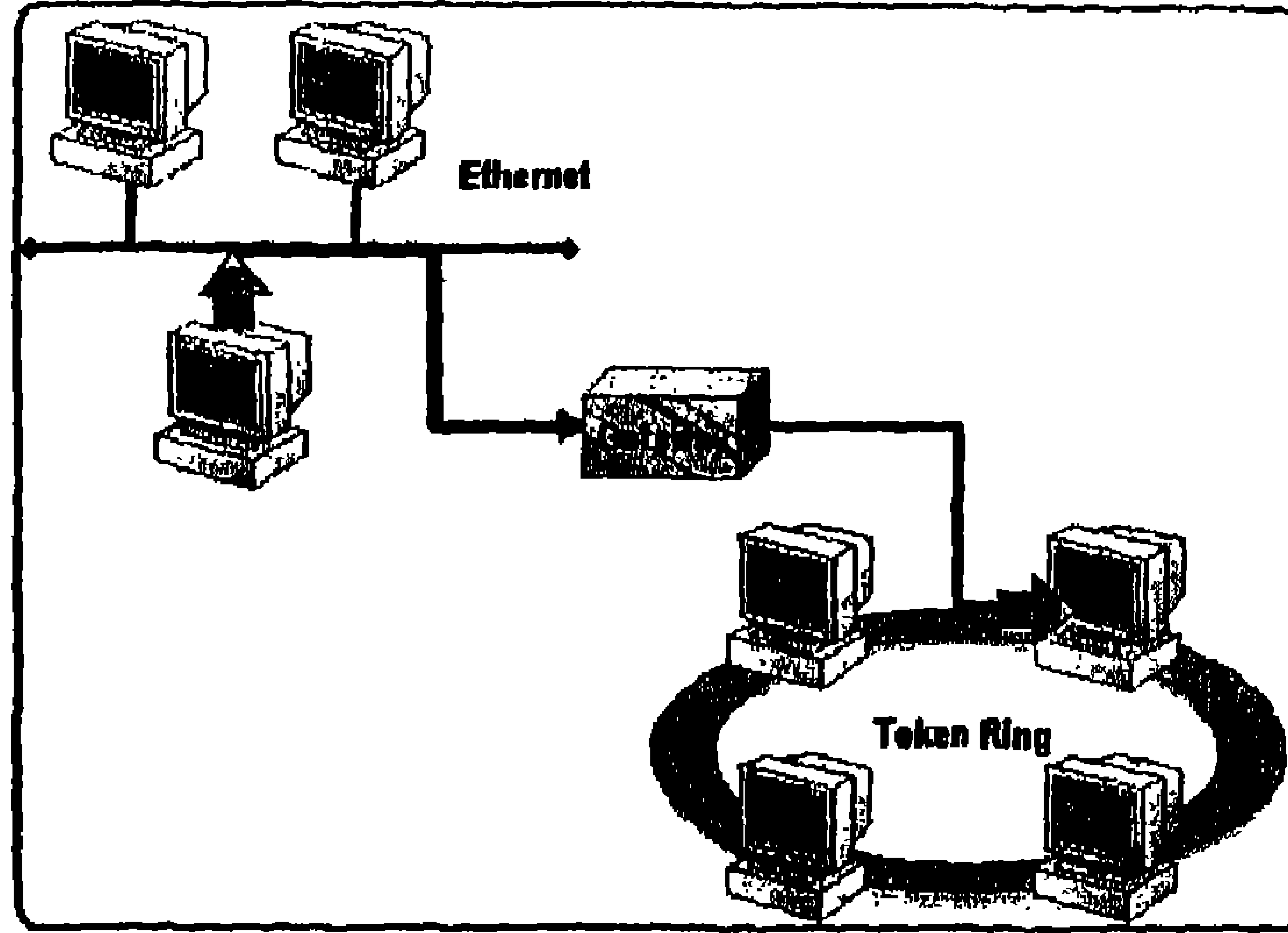
في بعض الحالات يكون التعديلات الضرورية في trailers and headers وفي الحالات الأخرى: يكون Gateway مهمته ضبط Format, size and data rate . الشكل رقم 27 يوضح استخدام gateway في ربط شبكة Ethernet مع شبكة Token Ring

من حيث البروتوكولات المستخدمة داخل الشبكات يمكن تقسيم gateways إلى:

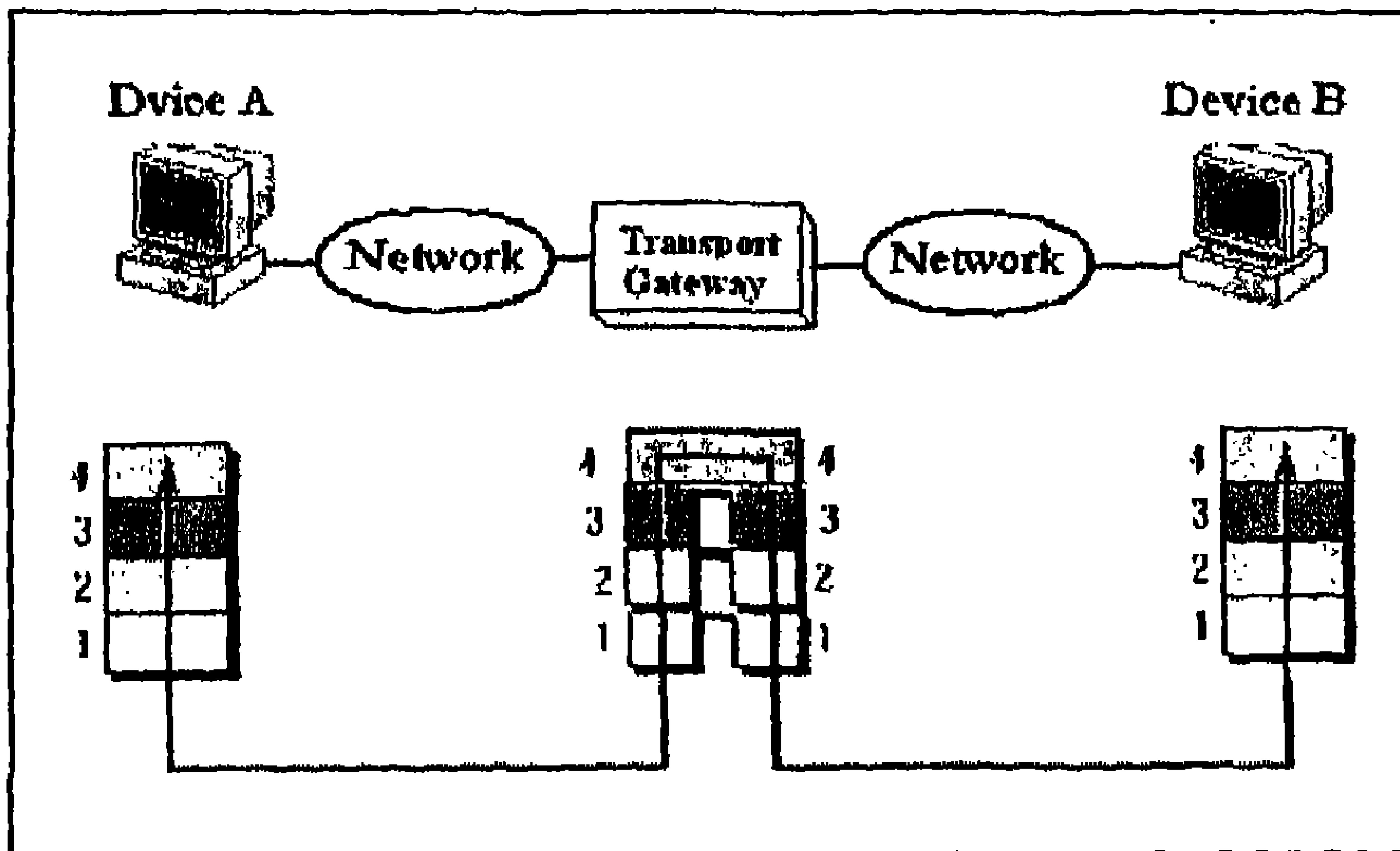
Transport gateways (a

Transport gateway يعمل من خلال طبقات OSI (Physical, data link, Network and transport layers) (شكل رقم 28) حيث أنه يقوم بربط

جهازي حاسب يستخدما connection-oriented protocols مختلفة. فعلى سبيل المثال يمكن استخدام Transport gateway في إجراء محادثة بين حاسبين أحدهما يستخدم connection-oriented TCP/IP protocol والآخر يستخدم connection-oriented ATM transport protocol



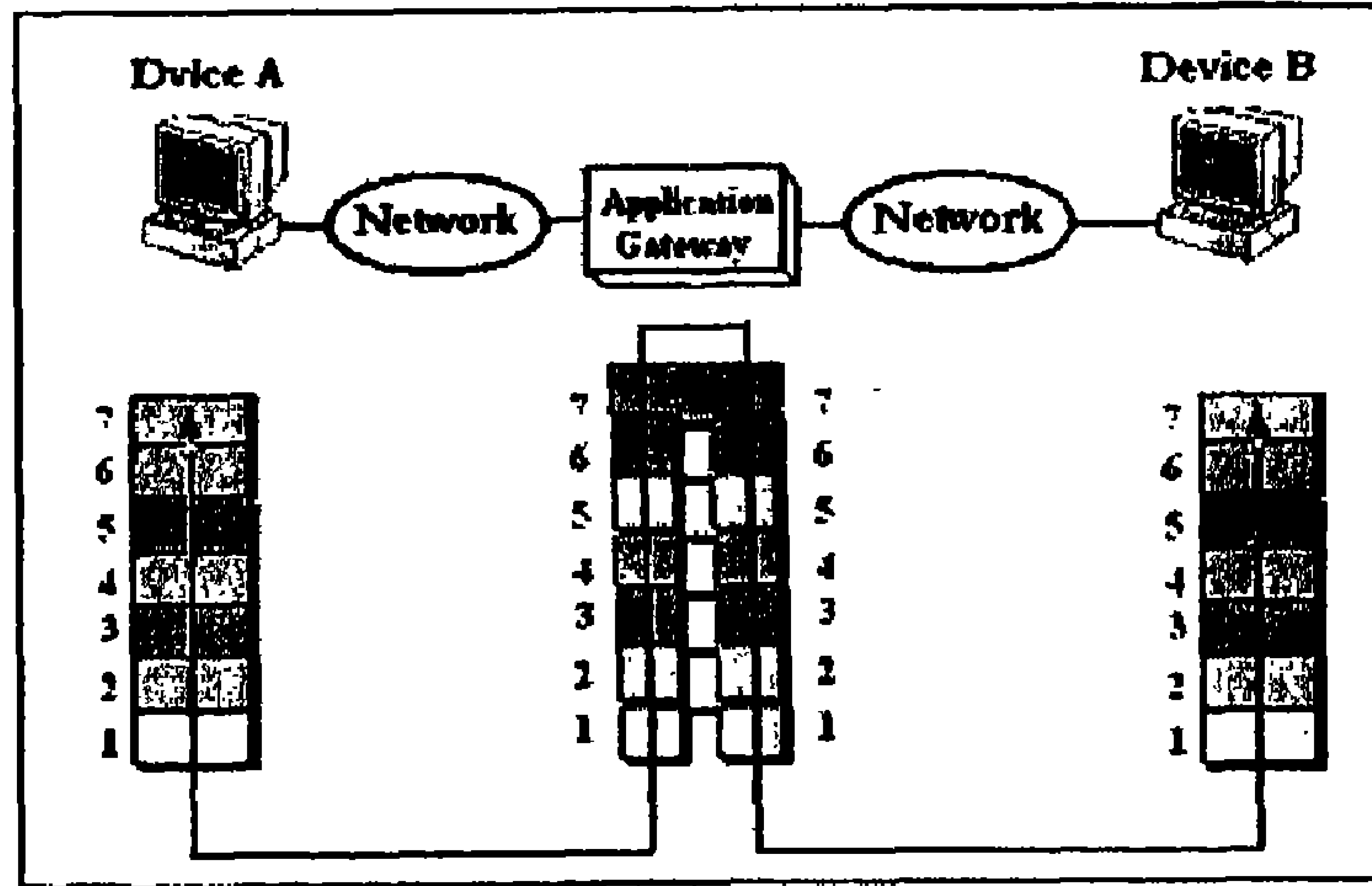
شكل 27 : gateway في ربط شبكة Ethernet مع شبكة Token Ring



شكل 28: عمل transport gateway من خلال طبقات OSI السفلى

Application gateways (b

Application gateway يعمل من خلال جميع طبقات OSI (شكل 29). Application gateway يمكنه فهم تشكيل packet وترجمته من تشكيل إلى تشكيل آخر. فعلى سبيل المثال فان E-mail gateway يستطيع تحويل internet message إلى SMS message المستخدمة في التليفونات المحمولة (mobile phones)



شكل 28: عمل Application gateway من خلال جميع طبقات OSI

11.8) أجهزة ومعدات تشبيك أخرى

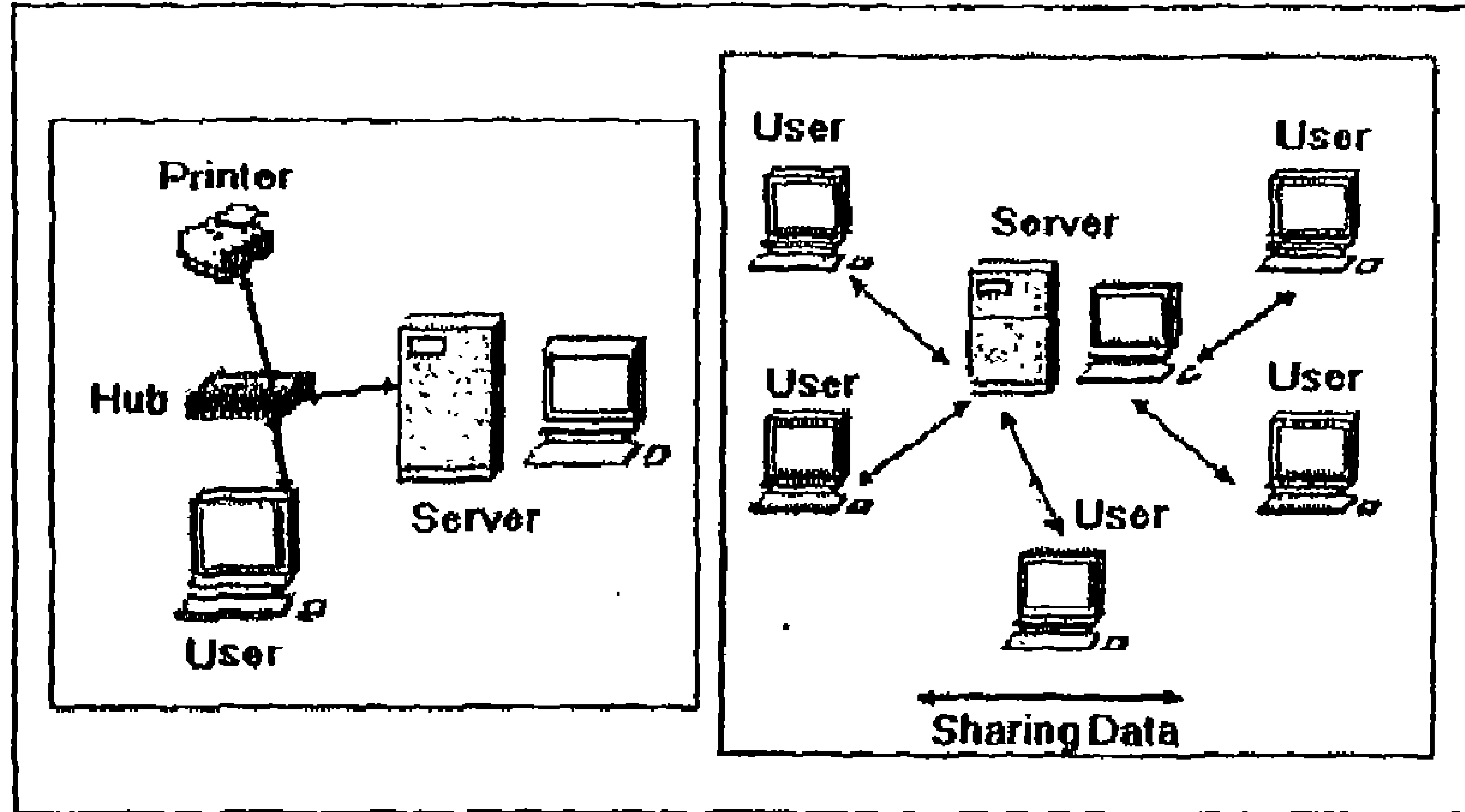
OTHER NETWORKING HARDWARE

يوجد أجهزة ومعدات أخري تستخدم لربط الأجهزة داخل الشبكة الواحدة

11.8.1) المزود SERVERS

Server هو ذلك الجهاز الذي يمد بخدماته وبياناته (قاعدة المعلومات) إلى مستخدمي الشبكة ويتميز بخصائص السعة التخزينية العالية وسرعة عالية في معالجة البيانات.

الشكل رقم 29 يوضح استخدام Server لربط عدد من الأجهزة داخل شبكة



شكل 29: استخدام Server لربط عدد من الأجهزة داخل شبكة

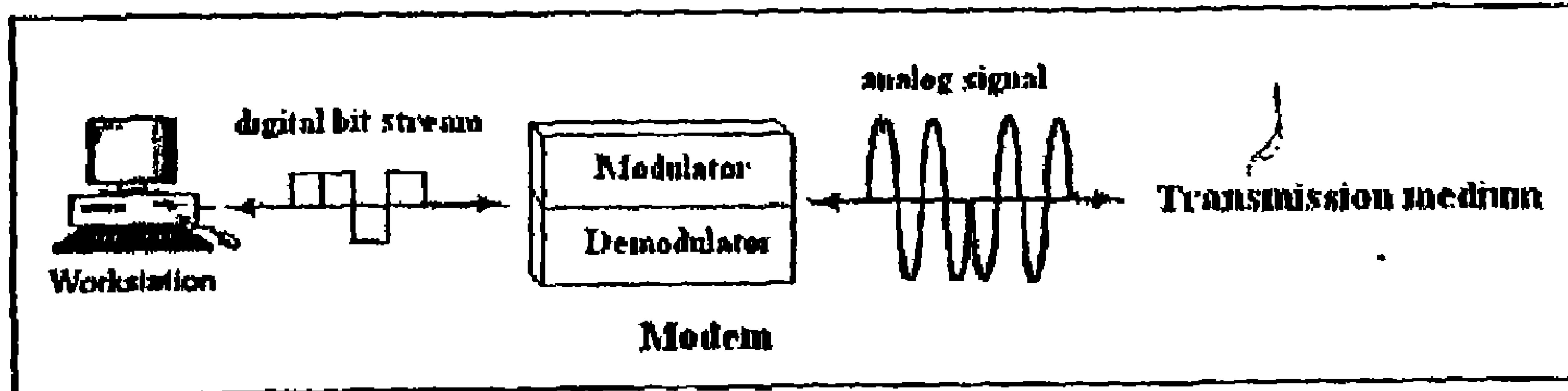
أنواع الخادم Types of Servers

يوجد أنواع عديدة للخادم Server منها:

- File and print servers.
- Data base servers.
- Fax servers.
- Mail servers.

11.8.2) المودم MODEM

هو ذلك الجهاز الذي يقوم بتحويل digital bit stream إلى أشارات متصلة (analog signal) تمهيدا لإرسالها عبر قنوات الاتصال ويقوم أيضا بتحويل الإشارات المتصلة (analog signal) إلى digital bit stream تمهيدا لعرضها على المستخدم. الشكل رقم 30 يوضح عمل Modem.



شكل 30 : عمل Modem

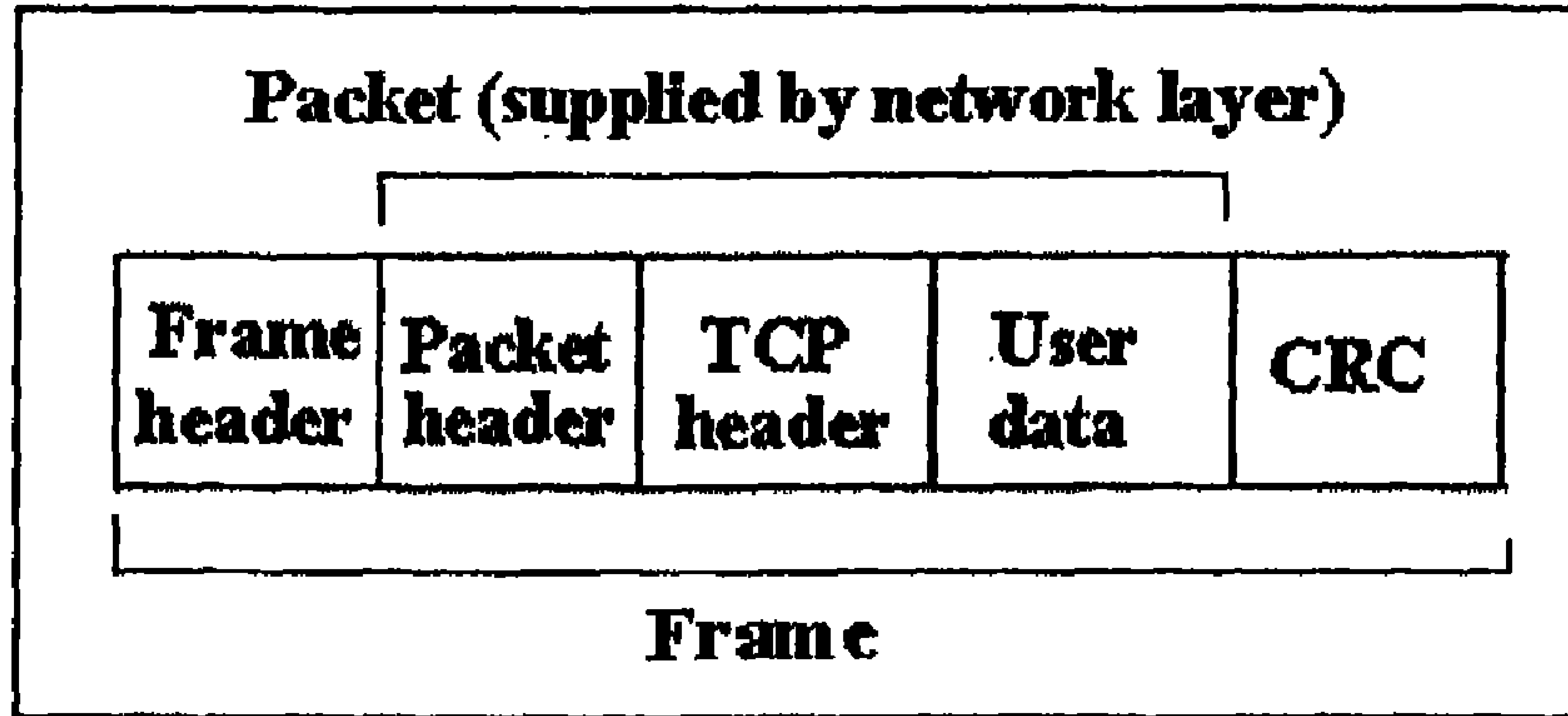
11.9) مقارنات بين أجهزة الربط المختلفة

Repeaters, Hubs Bridges, Switches, Routers, and gateways

في الجزء التالي سيتم عقد مقارنة بين ماديات وبرمجيات الشبكة وعلاقتها بطبقات OSI.
الشكل رقم 31 يوضح محتوى إطار البيانات .

إطار البيانات (frame) يحتوي على:

1) packet الذي يحتوي على Packet header(IP packet) , TCP header, and user data
2) Frame header
3) CRC



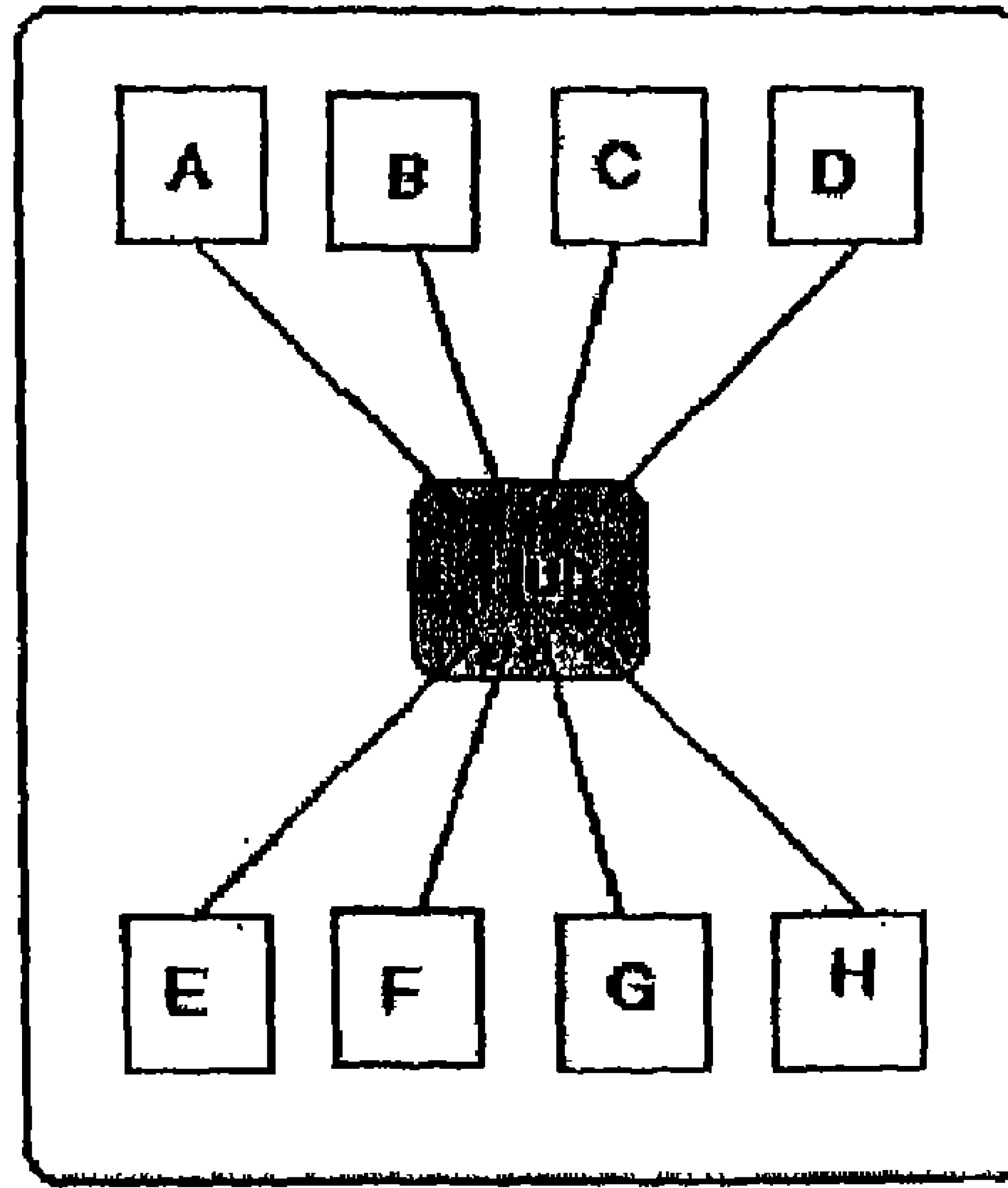
شكل 31 : محتوى إطار البيانات

TCP header يضاف بواسطة Transport layer. Packet header (IP packet) يضاف بواسطة Network layer. Frame header and CRC يتم إضافتهما بواسطة Data link layer

في الجزء التالي سنعرض ملخصا لأجهزة التشبيك وارتباطها بطبقات OSI

1) من أسفل وفي الطبقة المادية نجد **Repeater** حيث أنه يقوم بتوصيل two cable segments. لا يفهم repeater الإطار ولا packet وذلك لأن عملة يرتبط بجهود الإشارات الكهربية (voltages)

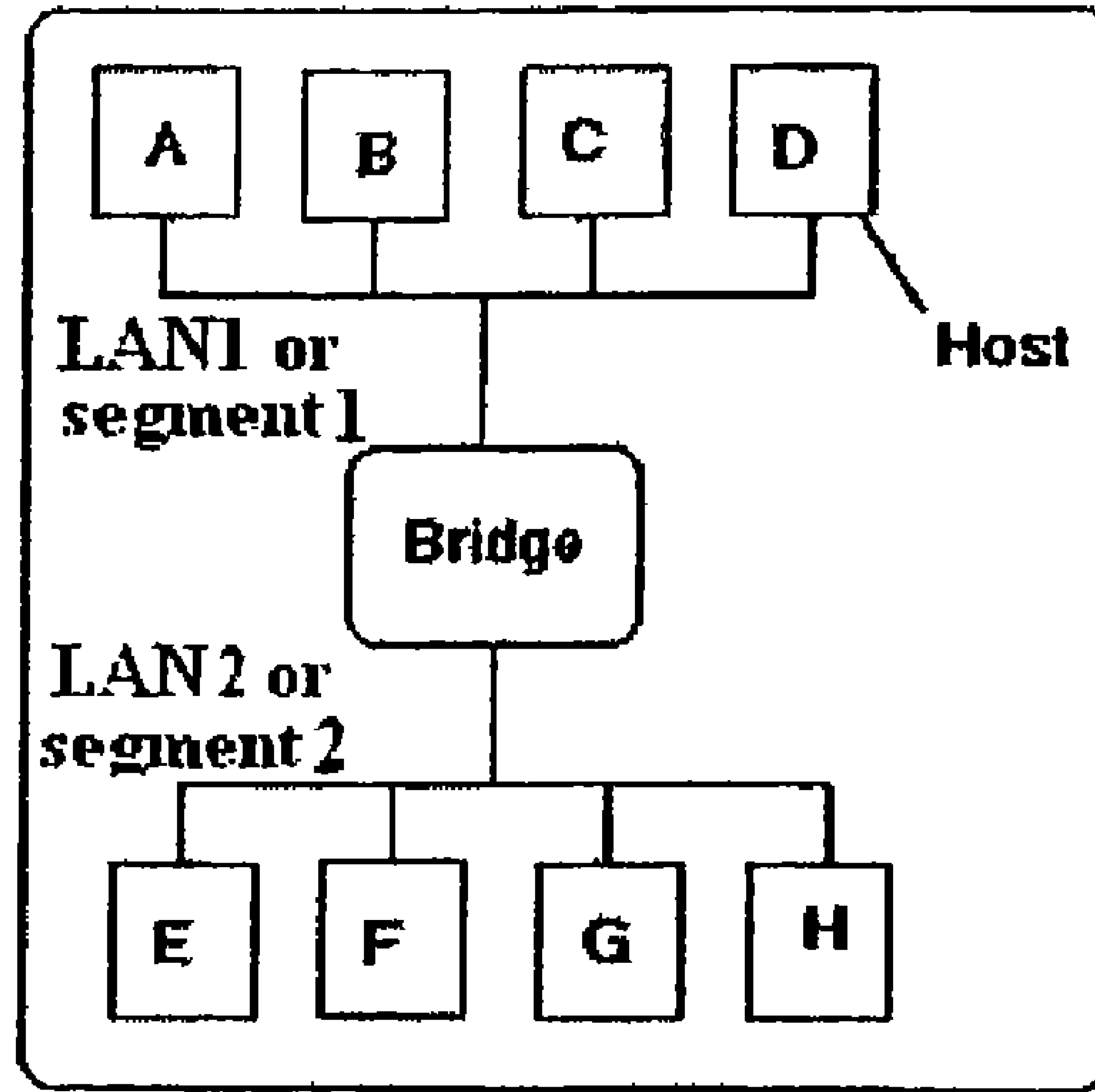
2) في نفس الطبقة المادية نجد أيضا **Hub** (شكل 32) الذي له عدد من أطراف الدخل التي يتم ربطهم كهربيا (joints electrically). جميع الروابط المتصلة بدخل Hub تعمل على نفس data rate



شكل 32: استخدام Hub في ربط عدة أجهزة من خلال الطبقة المادية

3) عند التحرك لأعلى نجد طبقة الربط حيث يوجد **Bridges and Switches** .

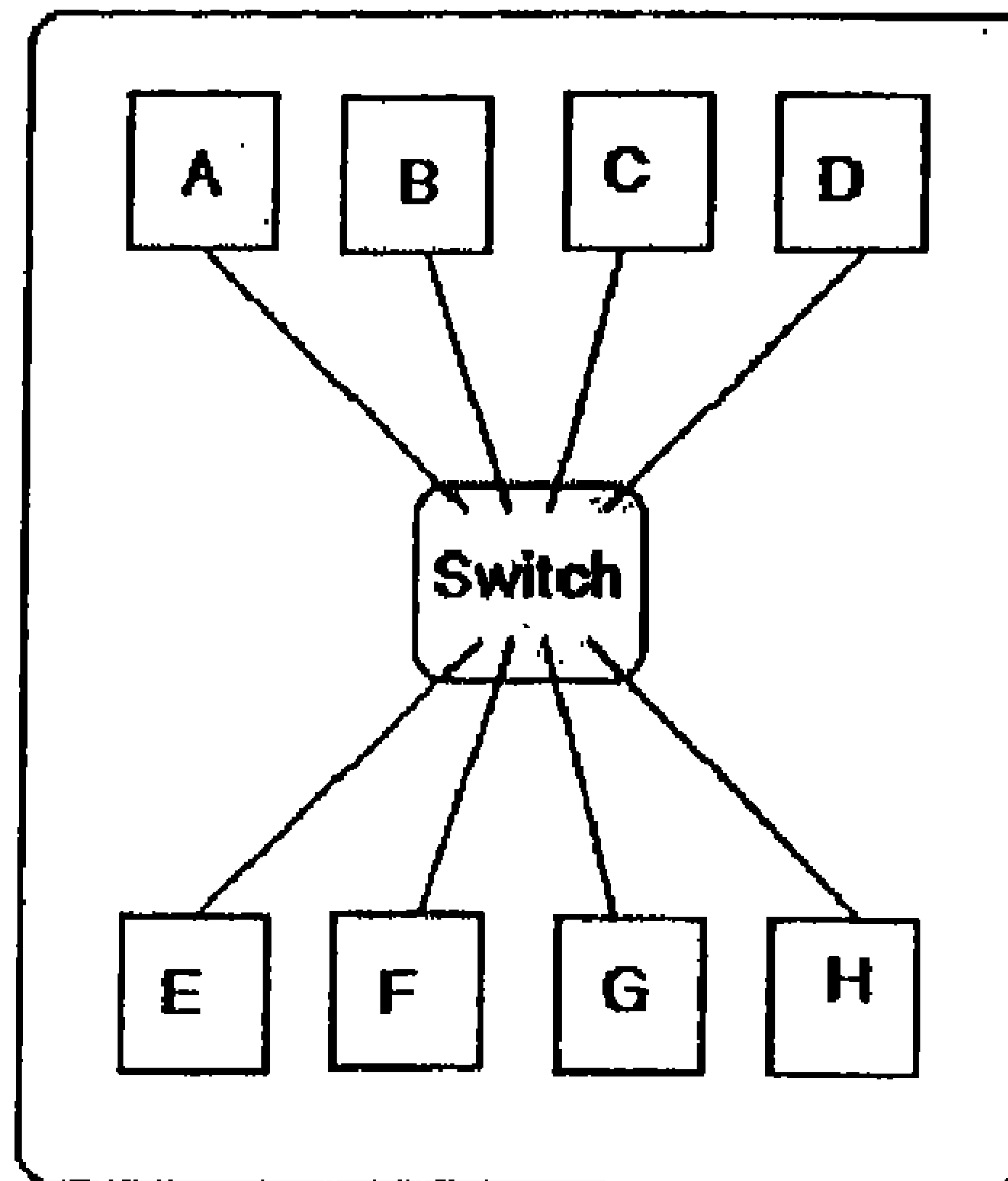
a) Bridges: يقوم bridge (شكل 33) بربط عدد من شبكات LANs. عندما يصل الإطار إلى bridge فان software الخاص ب bridge يستخلص عنوان الوجهة النهائية من frame header ويقارنه بعناوين أقسام جدول الفحص (look-up table) لتحديد اتجاه سريان الإطار



شكل 33: استخدام Bridges في ربط شبكات LANs أو عدة أقسام داخل الشبكة الواحدة

Switches (b

مثل Bridge يقوم Switch بعمل تسيير الإطارات من خلال frame addresses والفارق بينهما أن Switch يمكن أن يقوم بأجراء توصيل مباشر بين الأجهزة (شكل رقم 34)



شكل 34: استخدام Switches في ربط أجهزة داخل الشبكة الواحدة

4) عند التحرك لأعلى نجد **Routers**

عندما يأتي الإطار إلى router فان router يقوم بتجريد الإطار من frame header and trailer ثم يقوم بتمرير packet located in the frame's payload field إلى routing software. هذا software يستخدم packet header في اختيار خط الخرج output line. Routing software لا ينظر إلى frame address ولا يعرف هل جاءت packet من LAN or point-to-point line

5) عند التحرك لأعلى نجد **Transport gateway** الذي يقوم بربط شبكات تعمل على بروتوكولات مختلفة (connection-oriented protocols)

6) وفي النهاية نجد **application gateways**

Application gateway الذي يقوم بربط شبكات تعمل على بروتوكولات مختلفة (application-oriented protocols) حيث يمكنه فهم تشكيل packet وترجمته من تشكيل إلى تشكيل آخر (application oriented protocols). فعلى سبيل المثال فان E-mail gateway يستطيع تحويل internet message إلى SMS (Short Message System) المستخدمة في التليفونات المحمولة (mobile phones)

EXERCISES

1) أختر من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الثاني	العمود الأول
Server	○ سعة تخزينية عالية و سرعه عالية لمعالجة البيانات
Modem	○ هو ذلك الجهاز الذي يقوم بتحويل الإشارات المنطقية إلى أشارات متصلة تمهيدا لإرسالها عبر قنوات الاتصال ويقوم أيضا بتحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات منطقية تمهيدا لعرضها على المستخدم
Active Hub	○ توصيل قسمان من الأجهزة يعملان على كابلات متشابهه أو مختلفة
Passive Hub	○ تكبير الإشارات وإعادة إرسالها إلى مسافات بعيدة
Repeater	○ تجميع (التركيز) الإشارات من كلّ كمبيوتر متصل به ثمّ يعيد نشر الإشارات ثانية إلى كلّ الكومبيوترات.
Gateway	○ يستخدم لتوصيل الأجهزة في حالة Star and Tree
Router	○ Hub هو جهاز متعدد التوصيلات لربط عدة شبكات
	○ يقوم بتوجيه الشارات بدون أي معالجات للإشارة
	○ يقوم باستقبال الإشارات ثم تكبيرها وإعادة إرسالها مرة أخرى وبالتالي يمكن إجراء الاتصالات خلال مساحات واسعة والتغلب على مشاكل الوهن الحادثة في قنوات الاتصال
	○ لا يقوم بتحويل أو ترشيح الإشارة (لا يعالج الإشارة)
	○ لاستخدامه يجب أن يتصل طرفاه بجهازين لهما نفس خاصية (Access method).
	○ يقوم بمعالجة الإشارات (تكبيرها) وإعادة إرسالها
	○ يسهل تغيير و توسعة نظم شبكة الشبكة

o استخدام مخارج مختلفة لاستيعاب تشكيلة من أنواع الكابلات . o يمكن المتابعة المركزيّة لنشاط الشّبكة و المرور. o يستخدم لربط عدة أجهزة داخل الشبكة الواحدة . o لأجراء الربط بين أكثر من شبكة o يستخدم لنقل حزمة إلى الشّبكات الأخرى فقط عندما تُعَنْوَن الحزمة إلى محطة خارج شبكتها بشرط أن يعملا بنفس البروتوكول o يستخدم gateway لنقل حزمة إلى الشّبكات الأخرى فقط عندما تُعَنْوَن الحزمة إلى محطة خارج شبكتها بشرط أن يعملا ببروتوكولات مختلفة	

2) ضع الإجابة دائرة حول الإجابة الصحيحة:

- يقوم بإعادة شكل الإشارات قبل توهنها الكامل إلى شكلها الأصلي وبالتالي يمكن توسيع نطاق عمل الشبكة

a) Hub b) gateway c) repeater d) Amplifier

- تستخدم في إجراء التحكم المروري داخل أقسام الشبكة الواحدة ثم التوزيع الداخلي من خلال العناوين المادية (physical addresses)

a) Hub b) gateway c) Bridge d) switch

- له سعة تخزينية عالية و سرعة عالية لمعالجة البيانات

a) Hub b) Server c) client d) Bridge e) switch

- أي من الأجهزة التالية لا يعتبر internetworking devices

a) Hub b) Gateway c) Router d) All of them are

- أي من الأجهزة التالية يستخدم أكبر عدد من طبقات OSI

a) Bridge b) Repeater c) Router d) gateway

- أي من الآتي يعتبر من أنواع bridge

a) Simple, complex transparent

b) Simple, transparent, multiport

c) Simple, complex, multiport

d) All of the above

- أقصر مسار في routing يعتبر

a) The least expensive path

b) The least distance path

c) The path with the smallest number of hops

d) All of the above

- يستخدم repeater لأجراء التالي

a) توصيل قسمان من الأجهزة يعملان على كابلات متشابهه أو مختلفة

b) إعادة تشكيل الإشارات وذلك لإرسالها إلى مسافات بعيدة

c) الاثنين معا

d) لا شئ مما سبق

3) ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات التالية مع تصحيح العبارة الخاطئة :

- يستطيع Router الربط بين شبكات Ethernet و Token Ring
- Switch هو جهاز يعمل على ربط عدة أقسام داخل الشبكة الواحدة
- يقوم Transport gateway بربط شبكة تعمل على بروتوكول TCP/IP مع شبكة أخري تعمل على بروتوكول ATM
- يقوم Bridge بربط الأجهزة داخل شبكات STAR and TREE

- HUB المركزي دائما يكون فعال ويحتوي على repeater لإعادة الإشارة إلى شكلها الأصلي قبل إعادة إرسالها
- يستخدم gateway في نقل حزمة إلى الشبكات الأخرى التي تستخدم نفس البروتوكولات
- عندما يتصل جهازين أو أكثر لتبادل البيانات أو المعلومات فإننا بذلك يكون لدينا internetwork.
- إذا كان هناك عدد كبير من المحطات أو الأجهزة داخل الشبكة فيجب أن تقسم الشبكة إلى مجموعة من الأقسام (segments) التي يتم ربطها بواسطة أجهزة تسمى Hub
- يستخدم Switches في الربط المباشر بين أجهزة الشبكة الواحدة لتحقيق إدارة المرور بين هذه الأجهزة
- يستخدم Bridge في الربط بين أقسام الشبكة الواحدة لتحقيق إدارة المرور داخل الشبكة
- عندما نرغب في ربط أكثر من شبكة لتبادل المعلومات أو المصادر بينها فسيكون لدينا حينئذ ما يسمى network
- Hubs and Repeaters يرتبط بالأجزاء المادية للإشارة وبالتالي يرتبط بالطبقة المادية Physical layer
- Bridges and 2-layer Switches يستخدم بروتوكولات العنونة (addressing protocols) والتي تتعلق بعمليات التحكم في التدفق (Flow control) داخل شبكة LAN وبالتالي فهي ترتبط بطبقة الربط (Data link layer)
- Routers and 3-layer switch يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم نفس البروتوكول وبالتالي يرتبط ب طبقة الشبكات (Network layer).
- Gateways Application يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم بروتوكولات مختلفة (غير متوافقة) خاصة ب (connection-oriented protocols) وبالتالي فإنها مرتبطة بطبقة transport layer.

- Transport Gateways يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم بروتوكولات مختلفة (غير متوافقة) خاصة ب (application-oriented protocols) وبالتالي فإنها مرتبطة بطبقة application layer.
- يستخدم Repeater كجهاز الكتروني للعمل من خلال Physical layer .
- يقوم Repeater باستقبال الإشارات وتهيئتها (بنفس الصورة الأصلية) ثم إعادة إرسالها مرة أخرى وبالتالي يمكن إجراء الاتصالات خلال مساحات واسعة و التغلب على مشاكل الوهن الحادثة في قنوات الاتصال
- Amplifier لا يستطيع الفصل أو التمييز بين الإشارة الأصلية والضوضاء حيث أنه يقوم بتكبير الاثنين معا بنفس نسبة التكبير
- Repeater لا يكبر الإشارة ولكن يقوم بعمل نسخة طبق الأصل من الإشارة الأصلية (Repeater is a regenerator but not amplifier)
- الهدف الرئيسي من HUB هي تجميع الإشارات من كلّ جهاز متصل به ثمّ يعيد نشر الإشارات ثانية إلى جميع الأجهزة.
- يستخدم Bridge لتوصيل الأجهزة في حالة Star and Tree
- Passive Hub يقوم بتوجيه الإشارات بدون أي معالجات للإشارة. يعتبر هذا hub (wiring panels)
- Active Hub يقوم بمعالجة الإشارات وإعادة إرسالها
- يعمل Bridge من خلال الطبقة المادية (Physical layer) وطبقة الربط (data link layer)
- Bridge يمكن أن يقسم الشبكة الكبيرة إلى أقسام صغيرة (Small segments) وذلك لتقليل المسارات داخل الشبكة
- بعكس repeater فان Bridge يحتوي على logic تمكنه من التحكم في الزحام المروري (traffic control) داخل الشبكة الواحدة وأيضا فصل وعزل الروابط التي بها مشاكل أو معوقات .

- o عند العمل خلال طبقة الربط Data link layer فان Router يعطى الأذن (access) للعنوان المادي (physical addresses) لجميع المحطات على segment المتصل به
- o عندما يدخل الإطار إلى Bridge فانه يختبر عنوان الوجهة النهائية (destination) ويوجه الإطار إلى القسم (segment) الذي ينتمي إليه العنوان
- o Bridge لا يقوم بأي تعديلات على محتوى (content) أو شكل (format) للإطارات المرسلة. أي أن كل إطار ينتقل خلال أقسام الشبكة الواحدة أو خلال شبكات LANs بنفس bit pattern
- o نظرا لأنه من الممكن أن تكون سرعة إرسال الإطارات إلى دخل Bridge أسرع من سرعة إعادة إرسال هذه الإطارات فانه يحتوى على ذاكرة (buffer) لتخزين الإطارات
- o يمكن أن يستخدم bridge لربط أكثر من شبكتان LANs
- o يجب أن يحتوي Bridge على ذكاء خاص للعنونة والتسيير (addressing and routing intelligence) والذي يمكنه من أن يعرف لأي عناوين داخل الشبكة يتم إمرار الإطارات بالإضافة إلى انه ربما أن يكون هناك أكثر من شبكتان LANs مرتبطة بعدة Bridges وفي هذه الحالة فان الإطار ربما يسير (routing) خلال عدة Bridgesخلال رحلته من المصدر إلى ألوجهه النهائية
- o لاختبار الأقسام فأن Hub يحتوي على جدول الفحص (Look-up table) الذي يحتوي على العناوين المادية لكل المحطات المتصلة به حيث أن الجدول يبين لأي قسم تنتمي كل محطة
- o Multiport bridge نوع أولي وذلك لأن العناوين تسجل يدويا
- o Simple bridge يقوم ببناء جدول عناوين المحطات (look-up-table) ذاتيا وذلك أثناء انجاز مهامه حيث أنه عندما يتم تركيبه (install) لأول مرة فان جدوله يكون فارغا

- Transparent bridge يستخدم عنوان الوجه النهائية (destination address) لبناء جدوله
- Transparent bridge لديه القدرة على التحديث الذاتي فإذا تغير وضع الأجهزة بالنسبة للأقسام فانه يقوم بتحديث أوضاع الأجهزة والأقسام على الوضع الجديد
- Switch يعمل مثل Bridge حيث أنهما يقوما بتسيير الإطارات طبقا frame address
- Switch يقوم بربط أجهزة داخل شبكة LAN أو ربط عدة شبكات LANs LANs أو تقسيم LAN الواحدة إلى عدة أقسام وربط هذه الأقسام
- إطراف switch تتصل مباشرة بكل جهاز وبالتالي يجب أن يحتوي switch على حيز مناسب لعدة كروت بعكس bridge الذي يحتاج إلى حيز اقل للكروت وذلك لأنه يقوم بربط LANs أو segments فقط
- Bridge يعمل من خلال طبقات OSI الثلاث السفلى (Physical, data link and Network layers)
- Routers يقوم بنفس وظائف Bridge and switch ولكنه أكثر تعقيدا وله وظائف أخري متعددة حيث أنه يتعامل مع عناوين الشبكة ويحتوي على Software يمكنه من تحديد أفضل مسار للإرسال من بين عدة مسارات
- Router تنقل وتستقبل وتبدل الحزم بين عدة شبكات لها نفس البروتوكول
- Gateway يعتبر محول بروتوكولات (protocol coveter) فهو يستطيع استقبال حزمة متهيئة (formatted) لأحدى البروتوكولات (مثل AppleTalk) ويحولها إلى شكل آخر لبروتوكول (TCP/IP) قبل نقلها إلى الشبكة الأخرى
- Routers تنقل وتستقبل وتبدل الحزم بين عدة شبكات لها بروتوكولات متعددة
- Router عامة هو Software يتم تركيبه خلال Gateway
- Gateway يفهم البروتوكول المستخدم بواسطة كل شبكة مرتبطة ب Router وبالتالي يكون قادر على ترجمته إلى بروتوكول آخر

- Transport gateways تقوم بربط جهازي حاسب (connect two computer) يستخدما connection-oriented protocols مختلفة.
يمكن استخدام application gateway في إجراء محادثة بين جهازين احدهما يستخدم connection-oriented TCP/IP protocol والآخر يستخدم connection-oriented ATM transport protocol
- Application gateway يمكنه فهم تشكيل packet وترجمته من تشكيل إلى تشكيل آخر. فعلى سبيل المثال فان E-mail gateway يستطيع تحويل internet message إلى SMS message المستخدمة في التليفونات المحمولة (mobile phones)
- Server هو ذلك الجهاز الذي يمد بخدماته وبياناته (قاعدة المعلومات) إلى مستخدمي الشبكة ويتميز بالخصائص بسعة تخزينية عالية وسرعه عالية لمعالجة البيانات
- Modem يقوم بتحويل الإشارات المنطقية إلى أشارات متصلة تمهيدا لإرسالها عبر قنوات الاتصال ويقوم أيضا بتحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات منطقية تمهيدا لعرضها على المستخدم

الفصل الثاني عشر
الشبكات المحلية
LOCAL AREA NETWORKS
(LANs)

12.1) مقدمة

من المعروف أن الشبكات المحلية (Local Area Networks – LANs) هي الشبكات التي تربط عدد مجموعة من الأجهزة خلال مساحة جغرافية محدودة يمكن أن تمثل مبنى أو كلية. في هذا الفصل سيتم دراسة شبكات LANs مع وصف كامل لبناء (عمارة) البروتوكولات (protocols architecture) الشائعة الاستخدام في بناء شبكات LANs

يهيمن على تصميم شبكات LANs أربعة بناءات (four architectures) هي

1) Ethernet and Fast Ethernet
2) Token bus
3) Token ring
4) Fiber distributed data interface (FDDI)

الثلاث بناءات الأولى تعتبر من معايير منظمة IEEE والتي هي جزء من Project 802 الخاص ب IEEE والذي بدء عام 1985 وذلك لإنشاء المعايير الخاصة بربط الأجهزة داخل شبكات LANs

وبناء لما سبق فإننا سنناقش في هذا الفصل نموذج جديد منبثق من OSI model يسمى IEEE 802 reference model يختص بشبكات LAN

12.2) PROJECT 802 (IEEE 802 reference model)

إذا نظرنا إلى هذا النموذج من أسفل إلى أعلى فسنجد وجود الطبقة المادية (physical layer) لهذا النموذج تناظر الطبقة المادية (physical layer) في نموذج OSI والتي تقوم بالوظائف التالية

1) تشفير وفك تشفير الإشارات Encoding / decoding of signals
2) تخليق وحذف الديباجة على إطار البيانات وذلك لتحقيق التزامن Preamble generation / removal (for synchronization)
3) إرسال واستقبال المعلومات Bit transmission / reception
4) تحديد مواصفات وسط الإرسال (الرابط) Specification of transmission medium
5) تحديد مواصفات هيكل الشبكة Specification of network topology

بالمقارنة بين OSI model and IEEE Project 802 model فسنجد أن طبقة الربط (data link layer) في نموذج OSI قد قسمت إلى طبقتان:

a) Logical Link Control (LLC) layer

b) Media Access Control (MAC) layer

واللذان يقومان بوظائف خاصة بمستخدمي شبكات LANs والتي تشتمل على:

1) في الإرسال: تقسيم البيانات إلى إطارات (frames) يحتوي على البيانات الأصلية مضاف إليها مجالات العنونة واكتشاف الأخطاء (address and error detection fields)

2) في الاستقبال : تجميع الإطارات والتعرف على العناوين وكذلك اكتشاف الأخطاء

3) السيطرة على عملية الدخول على وسائط النقل الخاصة بشبكة LAN (Access to LAN transmission medium)

4) الربط البيني (interface) بين الطبقات العلوية وإجراء التحكم في التدفق والتحكم في الأخطاء

الثلاث وظائف الأولى تتعلق بطبقة MAC والأخيرة تتعلق بطبقة LLC

بصورة عامة فان وظائف طبقة LLC هي :

1) تقسيم البيانات إلى إطارات (frames) يحتوي على

- Logical address
- Control functions
- data

2) الربط البيني (interface) مع الطبقات العلوية

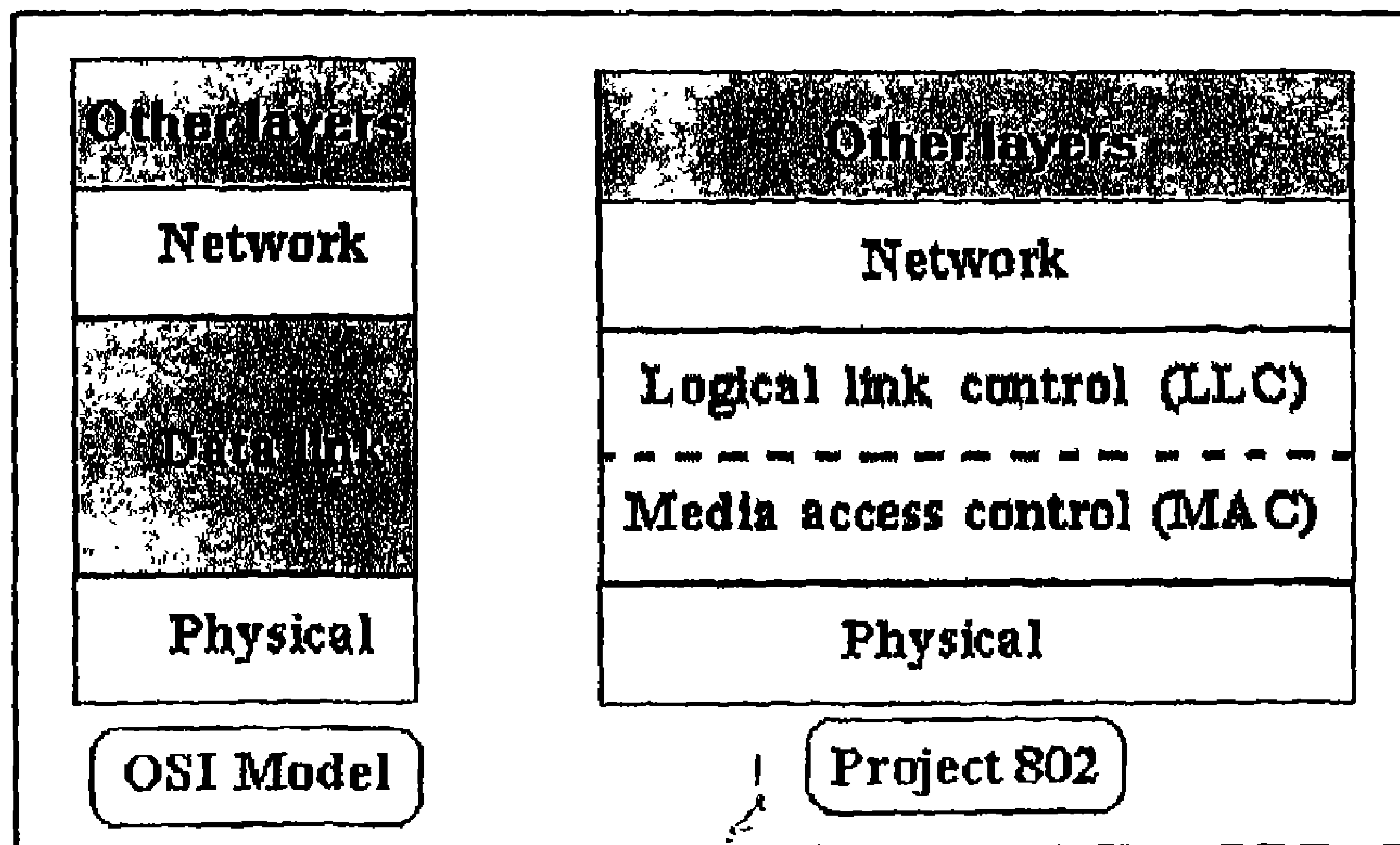
ووظائف طبقة MAC هي: القيام بتوظيف الربط بين الوسائط المشتركة (resolves the connection for the shared media) حيث أنها تحتوي على المواصفات الخاصة ب (synchronization, flag, flow, and error detection) الضرورية لتحريك المعلومات من مكان إلى آخر وذلك بالإضافة إلى العنوان المادي physical address للمحطة التالية الذي يستخدم في تسيير الحزم (routing of packets)

هناك بعض الأسباب أدت إلى تقسيم data link layer إلى طبقتين (LLC and MAC) نذكر منها:

1) المطلب المنطقي والضروري لإدارة الدخول على الوسائط المتقاسمة (manage access to a shared-access media) غير موجود في طبقة data link

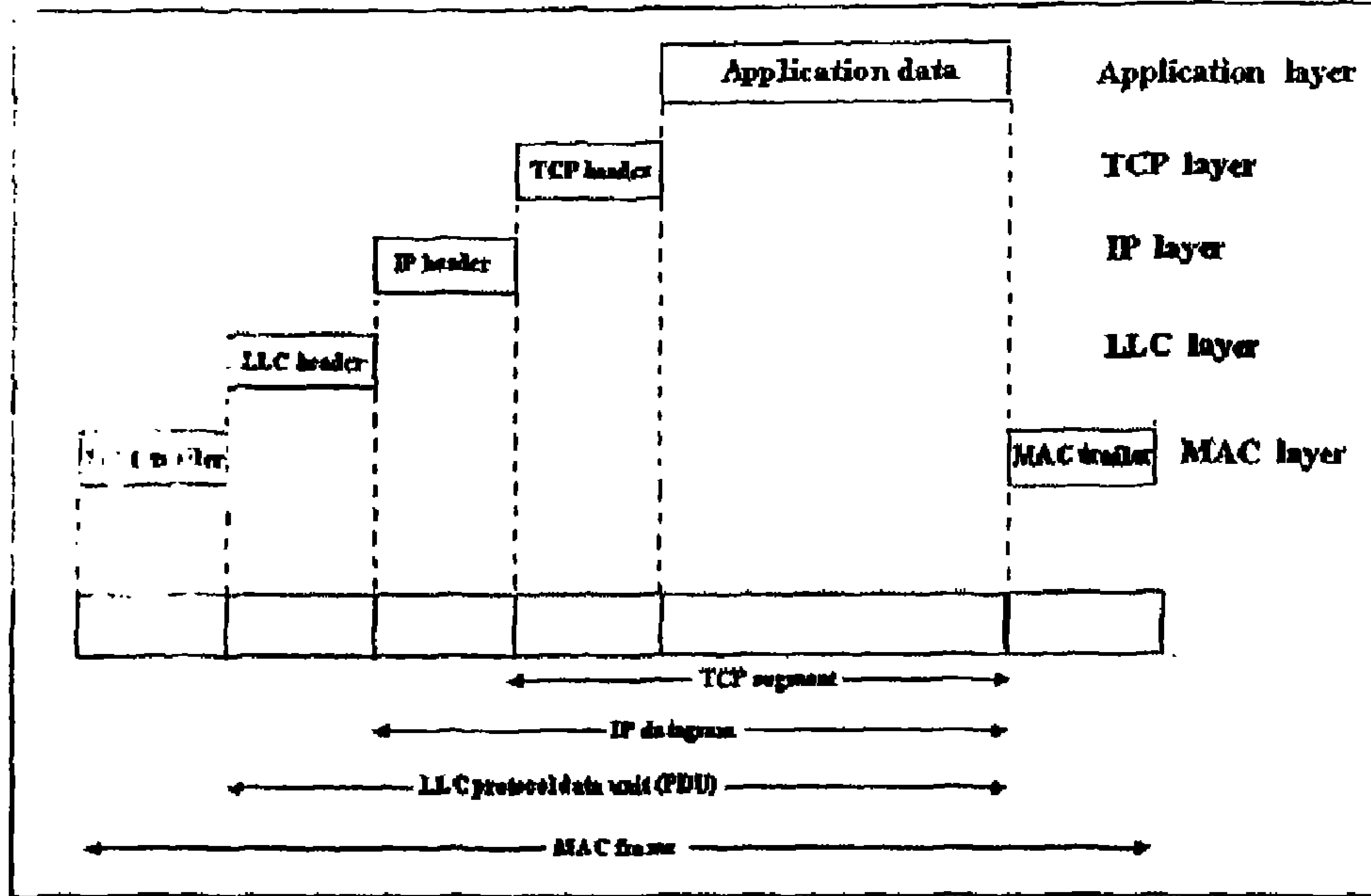
2) يمكن التزود بعدة خيارات لطبقة MAC لنفس طبقة LLC

الشكل رقم 1 يعقد مقارنة بين نموذج OSI ومشروع (Project 802)



شكل 1 : مقارنة بين نموذج OSI ومشروع (Project 802)

الشكل رقم 2 يوضح سياق LAN protocols (MAC and LLC protocols)

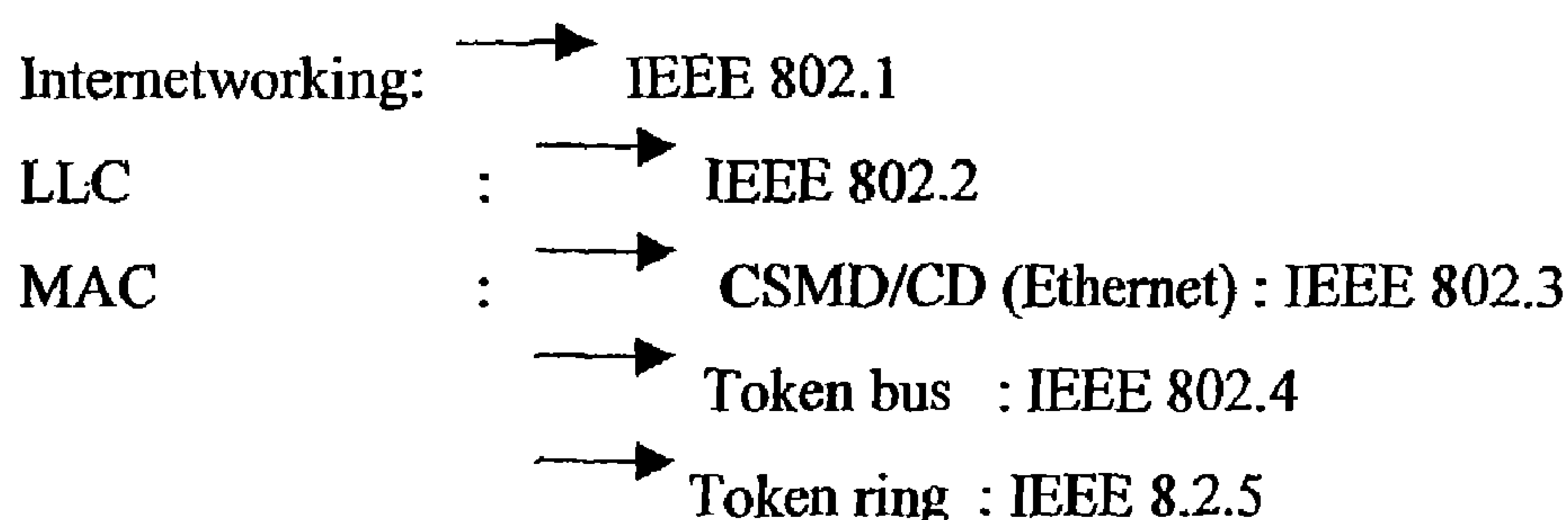


شكل 2: سياق LAN protocols (MAC and LLC protocols)

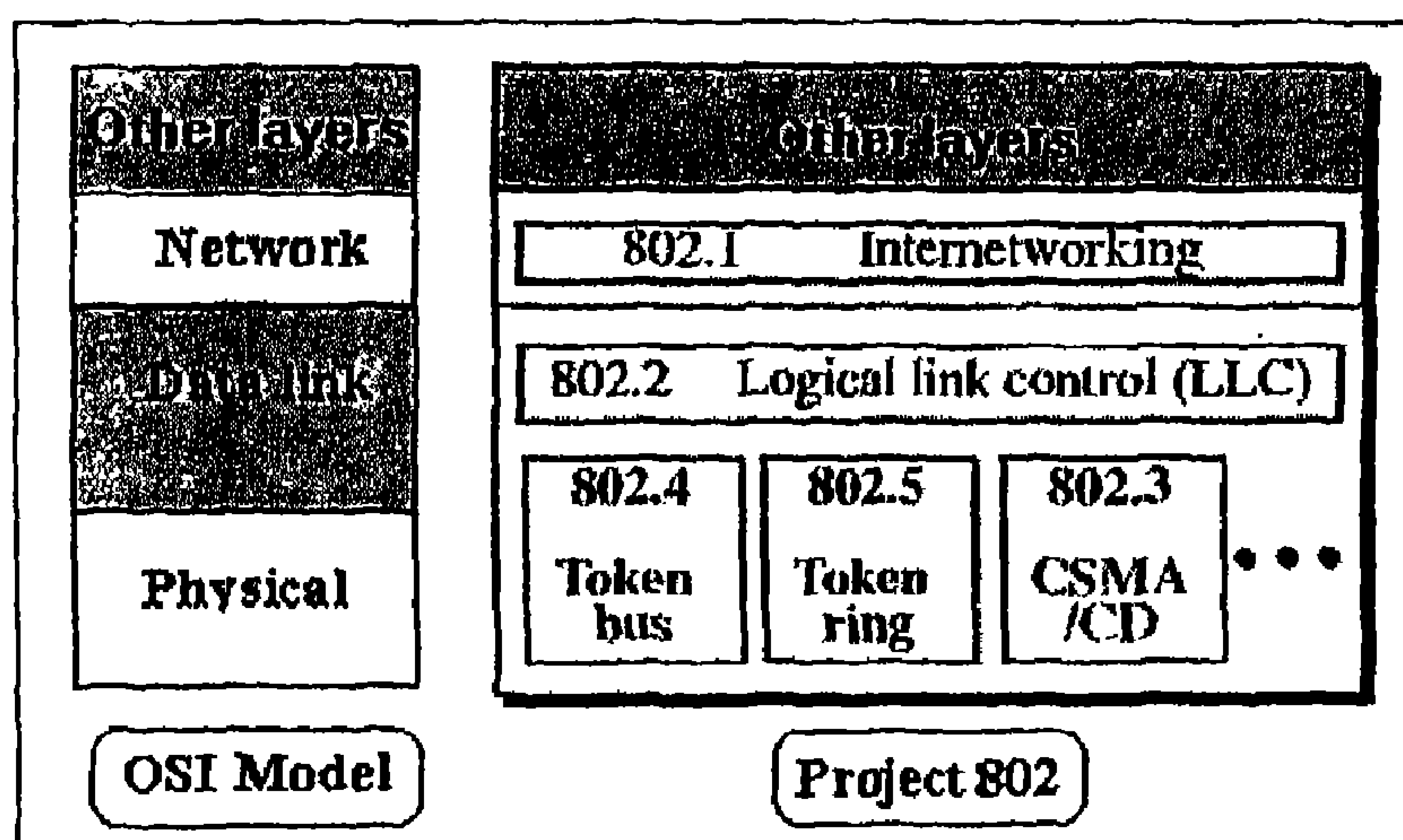
- User data تمرر لأسفل إلى LLC layer والتي تضيف control information (header) وذلك لتكوين LLC protocol data unit (PDU)
- Control information تستخدم في LLC protocol
- LLC PDU تمرر لأسفل إلى طبقة MAC والتي تضيف control information إلى بداية ونهاية الحزمة (packet) وذلك لتكوين MAC frame

بالإضافة إلى طبقتي LLC and MAC فان Project 802 يحتوي على قسم خاص internetworking من خلال طبقة network layer . هذا القسم يؤكد على توافق البروتوكولات خلال شبكات LAN ويسمح بتبادل البيانات بين الشبكات الأخرى الغير متوافقة .

قوة Project 902 جاءت من أنه قسم الوظائف الخاصه بشبكات LAN ووضع المعايير اللازمة لهذه الوظائف حيث أنه قام بتعريف كل قسم فرعي (subdivision) بالأرقام التالية



الشكل رقم 3 يوضح أقسام Project 802 والرقم المناظر لكل قسم



شكل 3: أقسام Project 802 والرقم المناظر لكل قسم

الجدول رقم 1 يبين المعايير الخاصة بشبكات LAN (LAN Standards)

Protocol data unit (PDU)

وحدة البيانات في مستوى LLC يسمى protocol data unit (PDU) والذي يحتوى على أربعة مجالات هي:

- Destination service access point (DSAP)
- Source service access point (SSAP)

- Control field
- Information field

جدول 1 : المعايير الخاصة بشبكات LAN (LAN Standards)

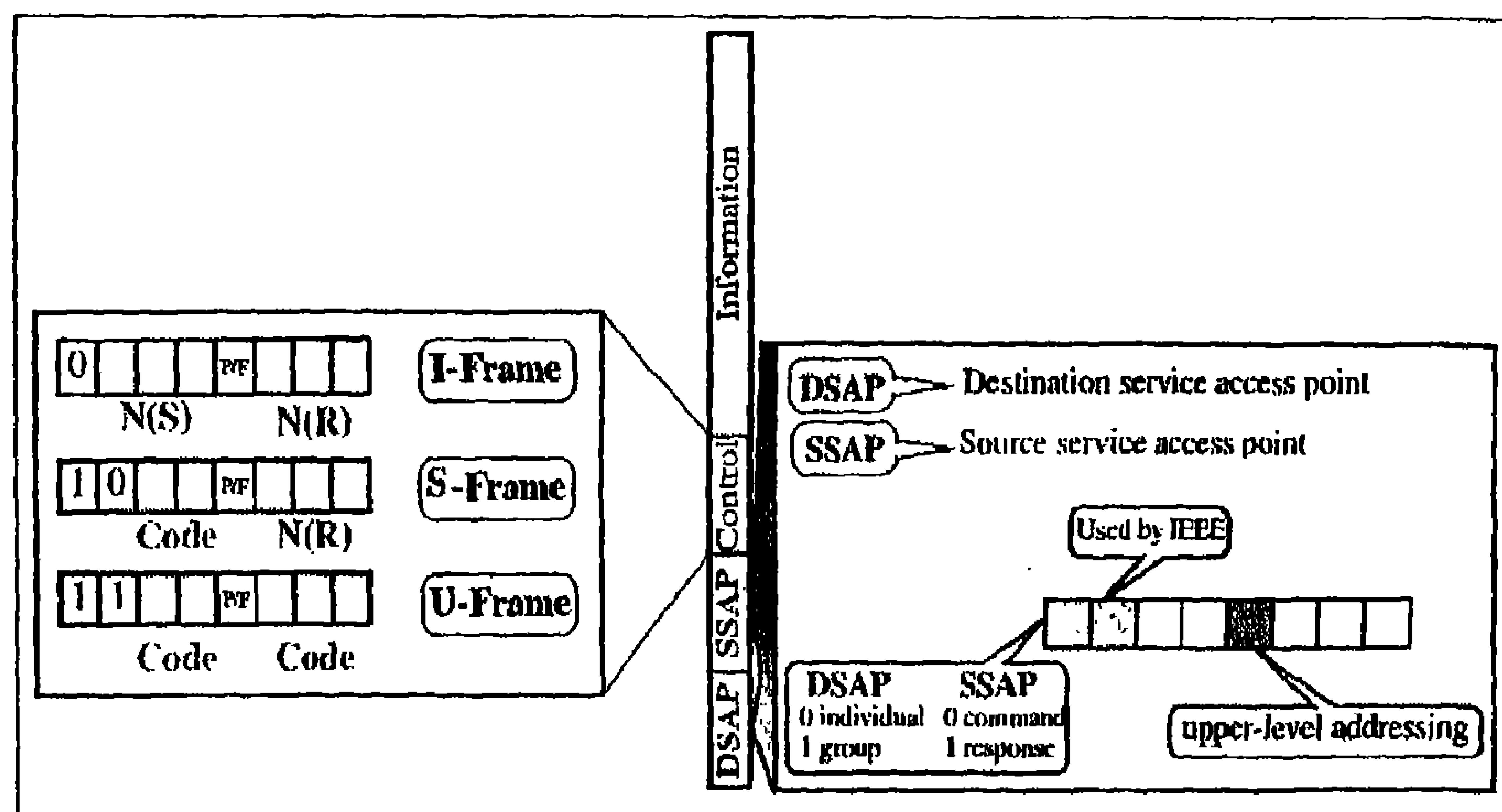
LLC	IEEE 802.2 ➢ Acknowledgments connectionless service ➢ Connection-mode service ➢ Acknowledgments connectionless service							
MAC	IEEE	CSMA/CD	IEEE	Token bus	IEEE	Token ring		
Physical	802.3	**Baseband** Coaxial : 10 Mbps Unshielded twisted pair: 10, 100 Mbps Shielded twisted pair : 100 Mbps **Broadband** Coaxial : 10 Mbps Optical fiber: 10 Mbps	802.4	**Broadband** Coaxial : 1, 5, 10 Mbps	802.5	Optical fiber : 100 Mbps Unshielded twisted pair : 100 Mbps		
topology	Bus/ Tree/ Star topologies				Ring topology			

DSAP and SSAP (a

DSAP and SSAP هما عنوانان يستخدما بواسطة LLC لتحديد protocol stack في أجهزة الإرسال والاستقبال. البت الأول في DSAP يبين هل frame معني بوحدات منفصلة أم مجموعة. البت الأول في SSAP يبين هل :

Communication is a command or response PDU

الشكل رقم 4 يوضح هيئة PDU



شكل 4: هيئة PDU

Control (b

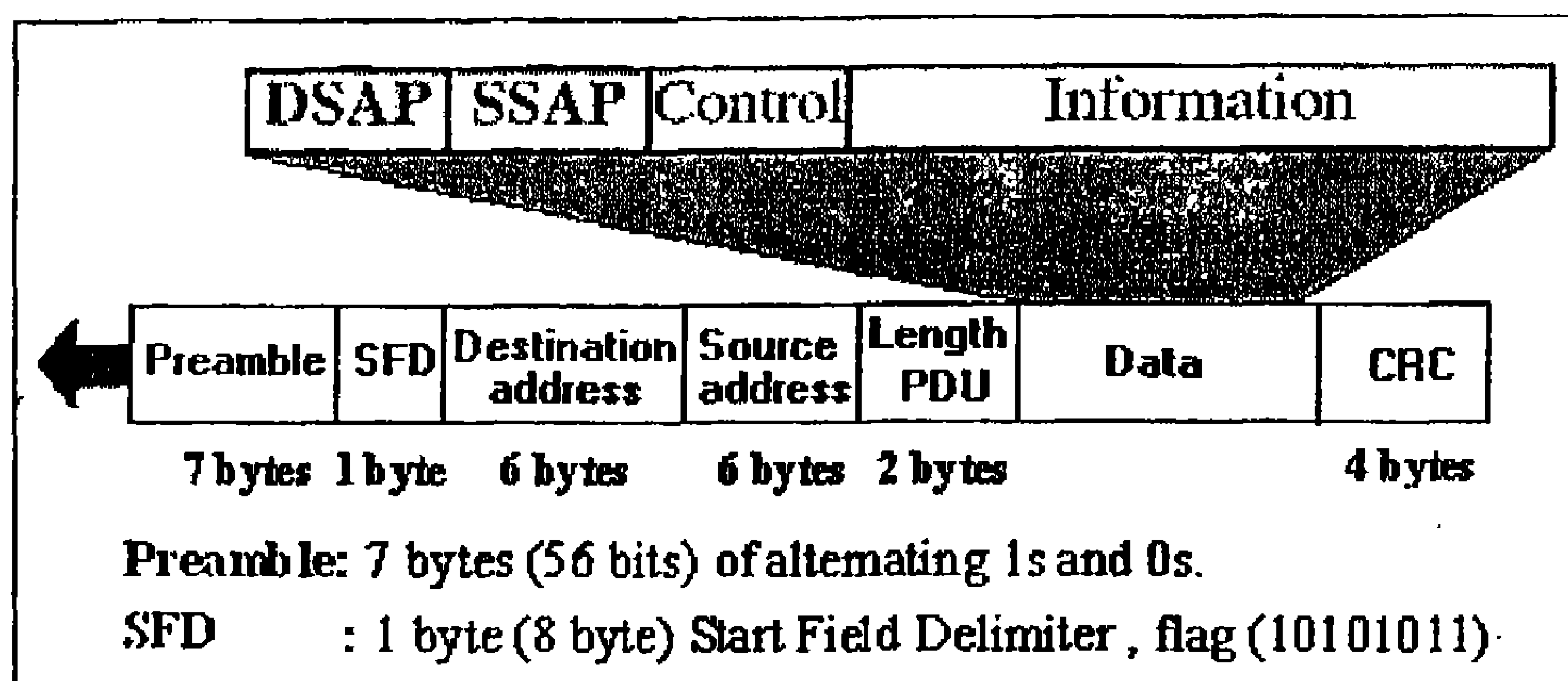
هذا المجال له ثلاثة أشكال I-frame, S frame and U frame والذين يحملون الشفرات والمعلومات الخاصة بعملية الإرسال. الشكل رقم 4 يوضح control field داخل PDU

MAC Frame

طبقة MAC تستقبل Block of data من طبقة LLC وتكون مسئولة عن تنفيذ الوظائف الخاصة ب medium access بالإضافة إلى transmission of data

مجالات إطار MAC (Fields of MAC frame)

IEEE 802.3 حددت 7 مجالات داخل إطار MAC. الشكل رقم 5 يوضح مجالات MAC frame



شكل 5: مجالات MAC frame

1) المقدمة (الديباجة) Preamble

طول المجال 7 bytes (56 bits) عبارة عن مجموعة من 1's and 0's المتتابعة والذي يستخدم بواسطة المستقبل لإنشاء bit synchronization (ينبه المستقبل إلى الإطار القادم وعمل تزامن مع زمن الدخول له (synchronize its input time)

101010……… : provide only an alert and timing pulse

2) مؤشر بداية الإطار Start Frame Delimiter (SFD)

طول المجال 1 byte (10101011) يحدد البداية الحقيقية للإطار

SFD يخبر المستقبل بأن كل ما هو قادم يكون بيانات

3) عنوان الوجهة النهائية Destination address (DA)

طول المجال 6 bytes ويحتوي على physical address للمستقبل المعني بالإطار. إذا كان الإطار (frame/packet) سيعبر من LAN إلى LAN آخر حتى يصل إلى الوجهة النهائية فان مجال DA يحتوي على العنوان المادي الخاص ب

router والمتصل بين الشبكتين. عندما يصل الإطار (frame/packet) إلى الشبكة المقصودة (target network) فان DA field يحتوي على العنوان المادي للوجهة النهائية (destination address)

4) عنوان المصدر (Source Address (SA

طول المجال 6 bytes ويحتوي على العنوان المادي للمحطة التي أرسلت الإطار (last device to forward packet/frame)

5) طول/نوع PDU (Length/type of PDU)

طول المجال 2 bytes ويحدد عدد bytes الموجودة في PDU القادمة (length of LLC data field). إذا كان طول PDU ثابت (معرف مسبقا) فان هذا المجال يمكن أن يستخدم للإشارة إلى نوع البروتوكول أو أساس للبروتوكولات المستخدمة

6) وحدة البيانات المرسلة (LLC data unit (PDU

يمثل هذا المجال data unit المرسلة بواسطة LLC. PDU يمكن أن تكون من 46 to 1500 bytes

7) بتات الإسهاب الدوري CRC

طول المجال 4 bytes ويحتوي على معلومات خاصة بكشف الأخطاء

في معظم data link control protocols يكون مسئولية هذه البروتوكولات ليس فقط اكتشاف الأخطاء باستخدام CRC ولكن أيضا التغلب على هذه الأخطاء بواسطة إعادة إرسال الإطارات الغير سليمة. في حالة LAN protocol architecture تقسم هاتان الوظيفتان بين طبقتي LLC and MAC حيث أن طبقة MAC تكون مسئولة عن كشف الأخطاء وعزل الإطارات الغير سليمة وتكون طبقة LLC مسئولة عن تحديد الإطارات التي تم استقبالها بصورة سليمة وإعادة إرسال الإطارات الغير سليمة

ETHERNET (12.3

كما ذكرنا من قبل أنه يهيمن على تصميم شبكات LANs أربعة بناءات (four architectures) هي

1) Ethernet (traditional Ethernet, fast Ethernet and gigabit Ethernet)
2) Token bus
3) Token ring
4) Fiber distributed data interface (FDDI)

في هذا الجزء والأجزاء التالية سنتناول بالشرح الثلاث بناءات الأولى من حيث البروتوكولات المستخدمة والمواصفات الخاصة بالبناء وتنفيذ البناء

Ethernet (12.3.1 التقليدي (Traditional Ethernet)

من حيث نوع الإشارة وطبيعة التشفير المستخدم فان IEEE 802.3 عرفت صنفان هما: Baseband and Broadband. كلمة baseband تشير إلى استخدام الإشارات المتقطعة (digital signals) واستخدام تقنية Manchester encoding في التشفير. كلمة broadband تشير إلى استخدام الإشارات المتصلة (analog signals) واستخدام تقنية PSK encoding في التشفير. في حالة bus and tree topologies فان الوسط الأكثر شيوعا في الاستخدام هو coaxial cables. الجدول رقم 2 يوضح الفرق بين تقنيتي baseband and broadband عند استخدام coaxial cables في شبكات bus/tree LANs

Baseband LANs

يعرف baseband LAN على أنه النظام الذي يستخدم digital signal والذي يعني أن البيانات المراد إرسالها تحول إلى شكل نبضات جهد (voltage pulses) باستخدام تشفير Manchester and differential Manchester. اتجاه الإرسال يكون

bidirectional (في حالة digital signals) حيث أن الإشارة يتم إدخالها على أي نقطة في الوسط وتسير في كلا الاتجاهين للوصول إلى الطرف الآخر. Digital signal تحتاج إلى bus topology. Digital signals (بعكس analog signal) لا يمكن أن تنتشر (propagate) خلال نقاط متشعبة كما هو الحال في Tree topology . مسار baseband system يمكن أن يمتد إلى عدة كيلومترات فقط وذلك لتجنب الوهن (attenuation) الذي يمكن أن يحدث للإشارة. الاستخدام الأساسي baseband coaxial cable لشبكات bus LAN هو Ethernet system والذي يعمل على 10 Mbps. Ethernet أصبحت أساس المعيار IEEE 802.3.

جدول 2 : الفرق بين تقنيتي baseband and broadband

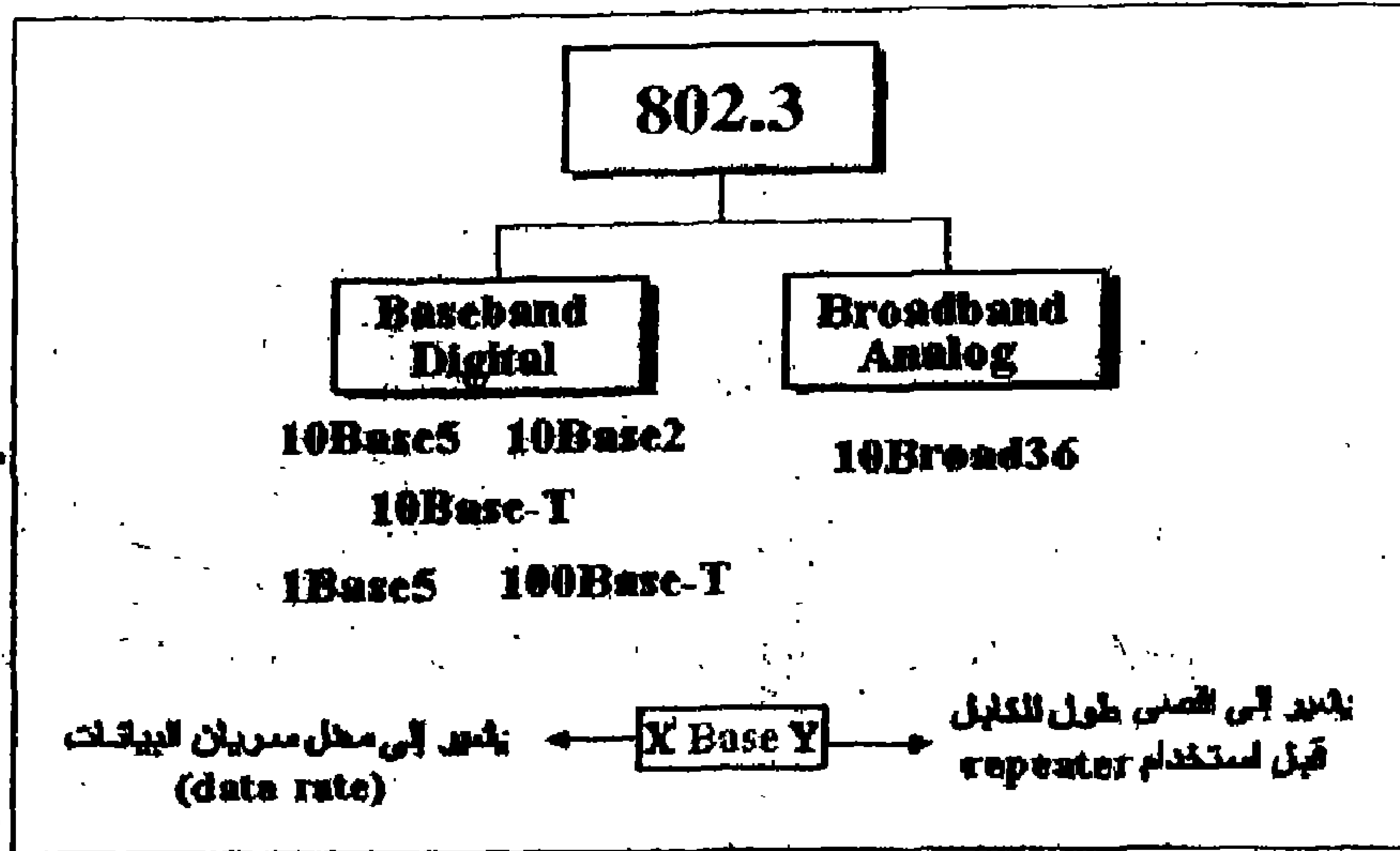
عند استخدام coaxial cables في شبكات bus/tree LANs

Baseband	Broadband
1) إشارات رقمية Digital signal 2) لا يستخدم FDM 3) ثنائي الاتجاه Bidirectional 4) هيكل Bus 5) المسافة حتى بضع كيلومترات	1) إشارات متصلة Analog signal 2) يستخدم FDM (قنوات متعددة للصوت والصورة) 3) أحادي الاتجاه Unidirectional 4) هيكل Bus or Tree 5) المسافة حتى 10 كيلومترات

IEEE قسمت baseband إلى 5 معايير مختلفة:

10Base5, 10Base2, 10Base-T, 1Base5, and 100Base-T

IEEE عرفت نوع واحد فقط للصنف broadband هو 10Broad36. الشكل رقم 6 يوضح معايير baseband and broadband



شكل 6: معايير baseband and broadband

يمكن التغلب على القيد الخاص بأقصى طول للكابلات وذلك باستخدام repeater or bridge

طريقة الدخول على الرابط Access method : CSMD/CD

التقنية الأكثر استخداما لعملية التحكم في الدخول على الرابط (medium) هي Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD). يمكن اعتبار تقنية CSMA/CD على أنها تقنية الدخول العشوائي (random access technique) حيث أنه لا يوجد جدول زمني أو وقت متوقع لأي محطة لكي ترسل ما لديها من معلومات على الرابط (تستخدم الرابط)

في تقنية CSMA/CD : الجهاز الذي يرغب في الدخول على الرابط لإرسال معلوماته يجب أن يصغي (listen) إلى الرابط لمعرفة هل يوجد استخدام للرابط بواسطة جهاز أخر أم لا و يجب عليه الأنتظار إذا كان هناك استخدام للرابط من قبل جهاز آخر. إذا كان الرابط غير مستخدم (idle) فان الجهاز يقوم بالإرسال. ربما يحدث في بعض الأحيان أن يقوم أكثر من جهاز في الإرسال في نفس الوقت وبالتالي يحدث تصادم

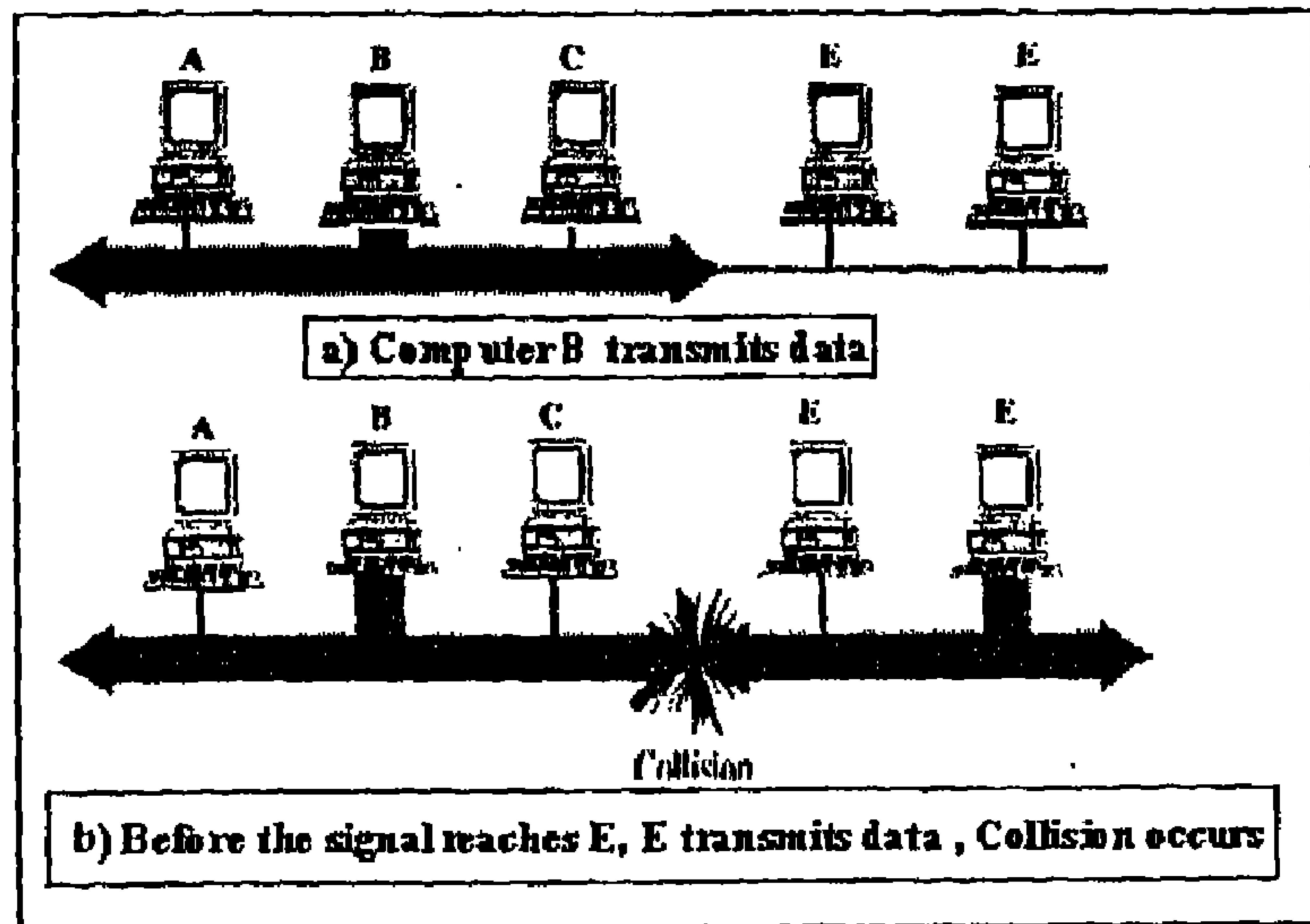
(collision) والذي يؤدي إلى تشويه الرسائل وعدم استلامها بصورة سليمة. لتجنب عملية Collision يجب على المحطة أن تنتظر وقت كافي بعد إرسال إقرار acknowledgment على الرابط ويحسب هذا الوقت على أساس أطول زمن لرحلة الانتشار خلال الرابط فإذا أرسلت المحطة المعنية بالاتصال رد (response) فان المحطة المرسلة تقوم بالإرسال وإلا تنتظر بفرض حدوث collision. الشكل رقم 7 يوضح Collision في CSMA/CD

تقنية CSMA يجب أن يكون لها algorithm لتحديد ما يجب فعله إذا كان الوسط مشغولا . الاتجاه السائد والشائع الاستخدام في 802.3 IEEE هو ما يسمى 1-persistent technique والذي يتلخص في التالي:

إذا رغبت محطة ما في الدخول على الرابط للإرسال فإنها تتصت إلى الرابط وتتبع القواعد التالية

1) إذا كان الرابط فارغ (idle) فإنها ترسل وإلا تنتقل إلى الخطوة رقم 2

2) إذا كان الوسط مشغولا فيستمر الإتصات حتى يصبح الرابط idle وبالتالي يتم الإرسال الفوري



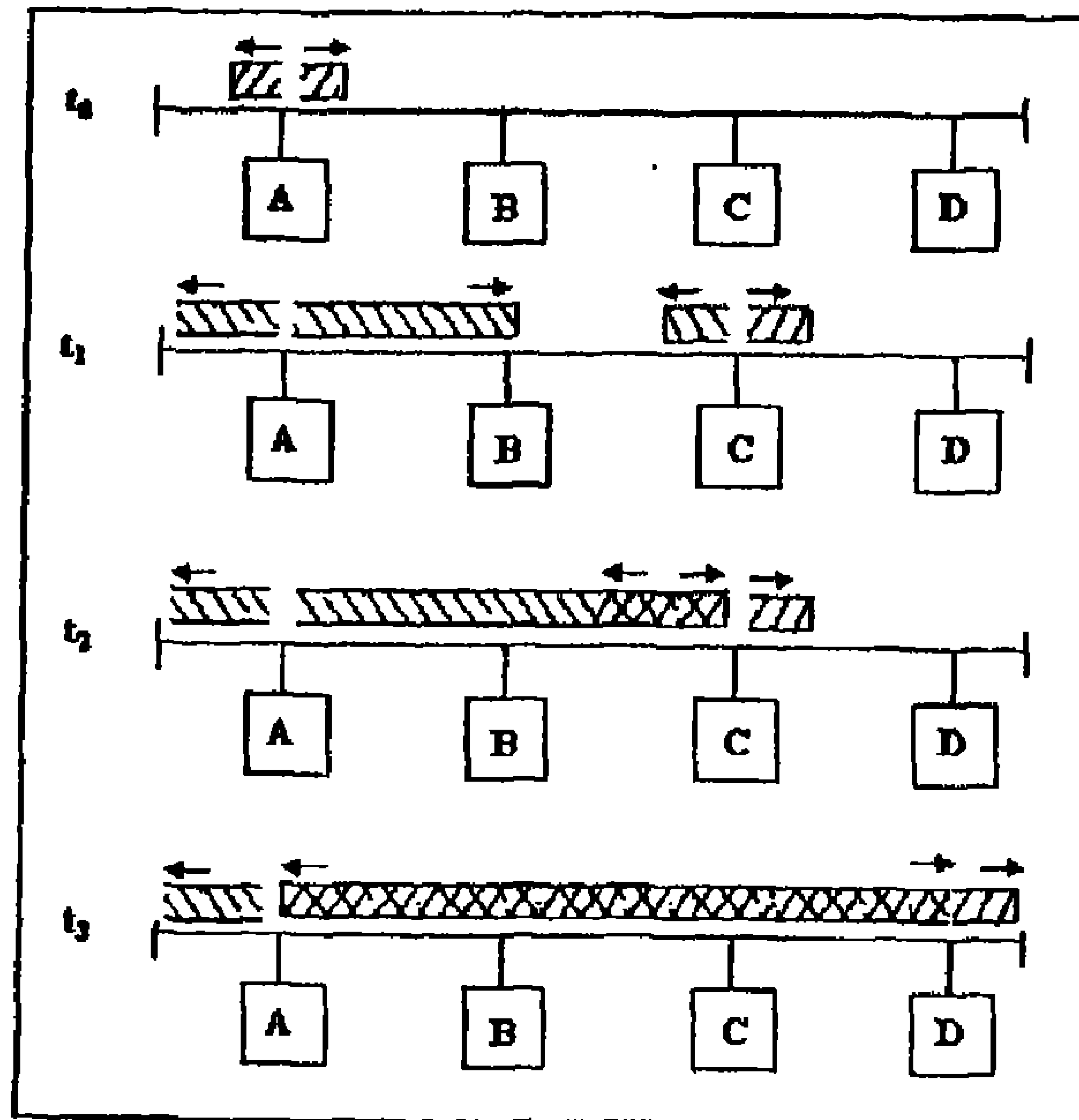
شكل 7 : Collision في CSMA/CD

وصف CSMA/CD (Description of CSMA/CD)

بالرغم من أن CSMA/CD أكثر الأساليب كفاءة إلا انه هناك مشكلة إمكانية حدوث collision بين إطارين وبالتالي فان الرابط لا يستخدم خلال فترة حدوث collision وللتغلب على هذه المشكلة تتبع القواعد التالية

1) إذا كان الوسط idle فيكون مسموح بالإرسال وإذا كان الوسط مشغولا فننتقل إلى الخطوة التالية
2) إذا كان الوسط مشغولا (busy) فيستمر الإنصات (listen) حتى يكون الوسط خالي وبالتالي يتم الإرسال
3) إذا حدث تصادم (collision) خلال الإرسال فان الجهاز يرسل brief jamming signal لأعلام كل المحطات بوجود collision وبالتالي يمنع استخدام الوسط نهائيا لكل المحطات
4) بعد إرسال jamming signal ينتظر الجهاز لفترة غير محددة ثم يعاود المحاولة مرة أخرى بدء من الخطوة 1

الشكل رقم 8 يوضح عملية CSMA/CD



شكل 8: عملية CSMA/CD

1) عند الزمن to: المحطة A تبدأ في إرسال packet حيث أنه معنون إلى المحطة D

2) عند الزمن t1: كلا من المحطتين B and C يكونا جاهزتين للإرسال. المحطة B تشعر بعدم وجود إمكانية الإرسال ولا ترسل. المحطة C ما زالت غير مدركة لإرسال المحطة A وبالتالي تقوم بإرسال ما لديها

3) عند الزمن t2: إرسال المحطة A يصل إلى المحطة C والمحطة C تكتشف وجود collision وتكف عن الإرسال

4) تأثير Collision ينتشر للخلف إلى المحطة A حيث أنها تكتشف ذلك بعد وقت متأخر عند الزمن t3 وعندئذ تمنع المحطة A من الإرسال

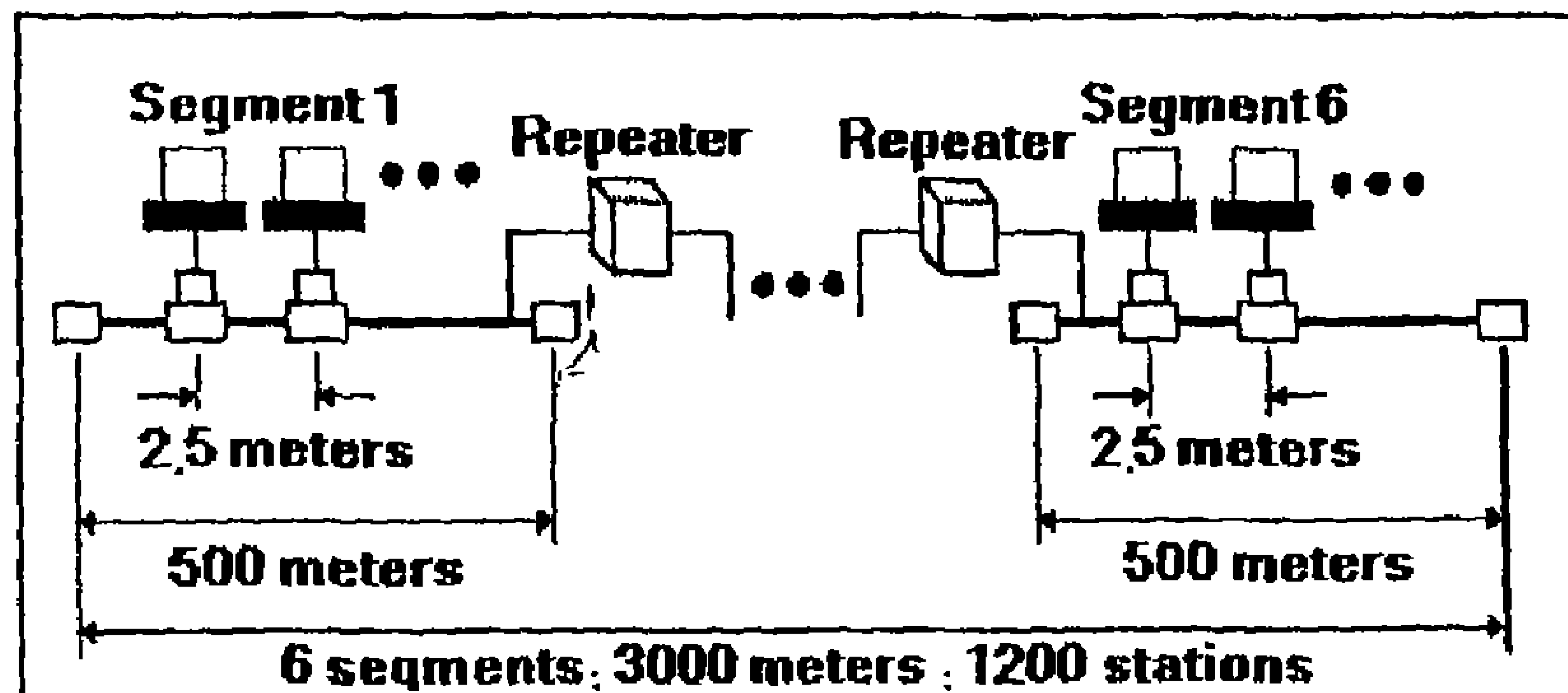
مواصفات IEEE 802.3 10-Mbps

بالرغم من أن IEEE project 802 standard ركز على data link layer for OSI model إلا أن mode802 عرف أيضا بعض المواصفات المادية لكل البروتوكولات المعرفة في MAC layer

في 802.3 standard فان IEEE عرفت نوع الكابلات وطريقة التوصيل والإشارات المستخدمة ل 5 different Ethernet implementations وهم:

10Base5 (thick Ethernet), 10Base2 (thin Ethernet), 10Base-T (twisted-pair Ethernet), 10Broad36, and 10Base-F

الجدول رقم 3 يوضح IEEE 802.3 10Mbps physical layer medium alternatives. الشكل رقم 9 يوضح Ethernet segments

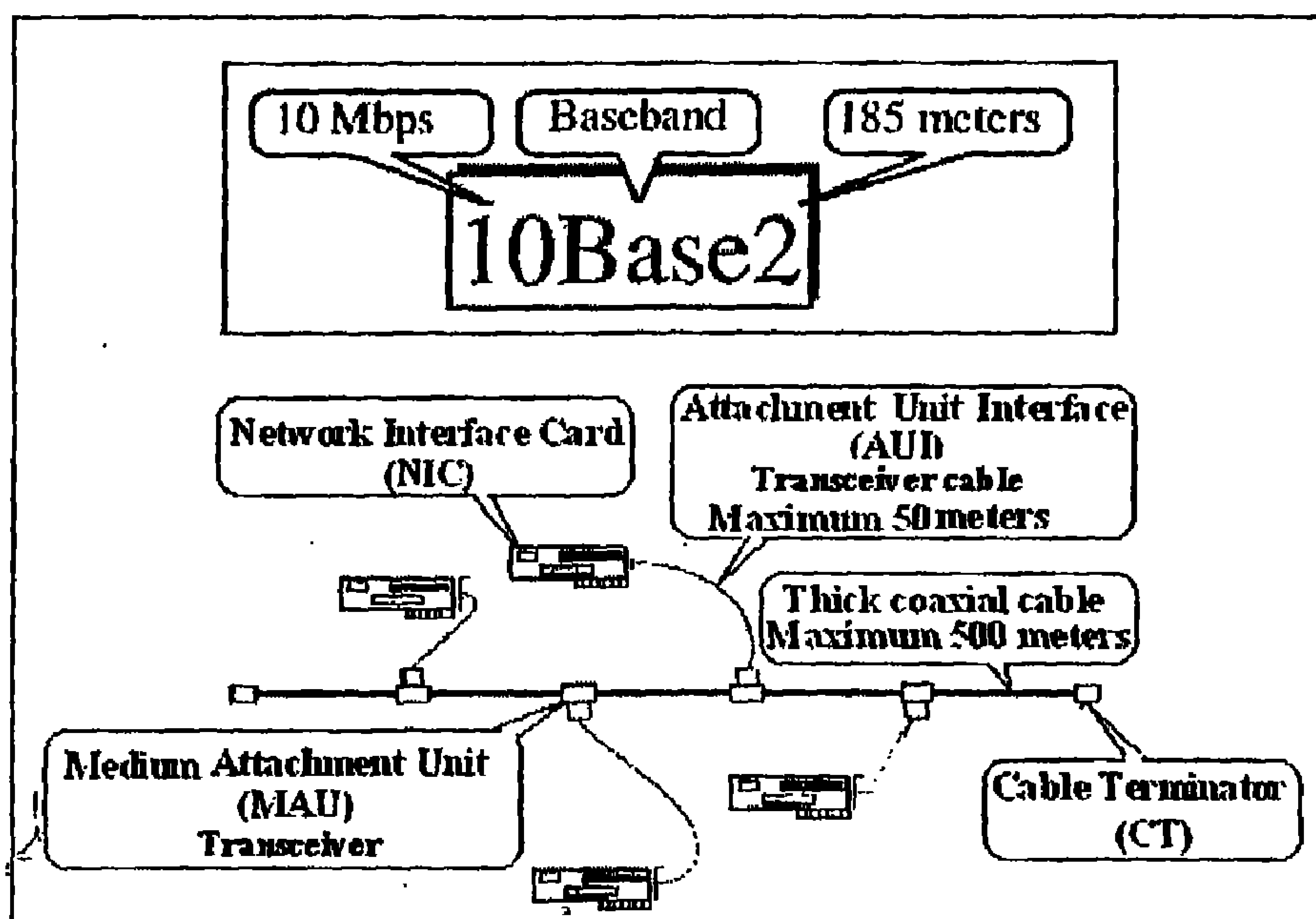


شكل 9 : Ethernet segments

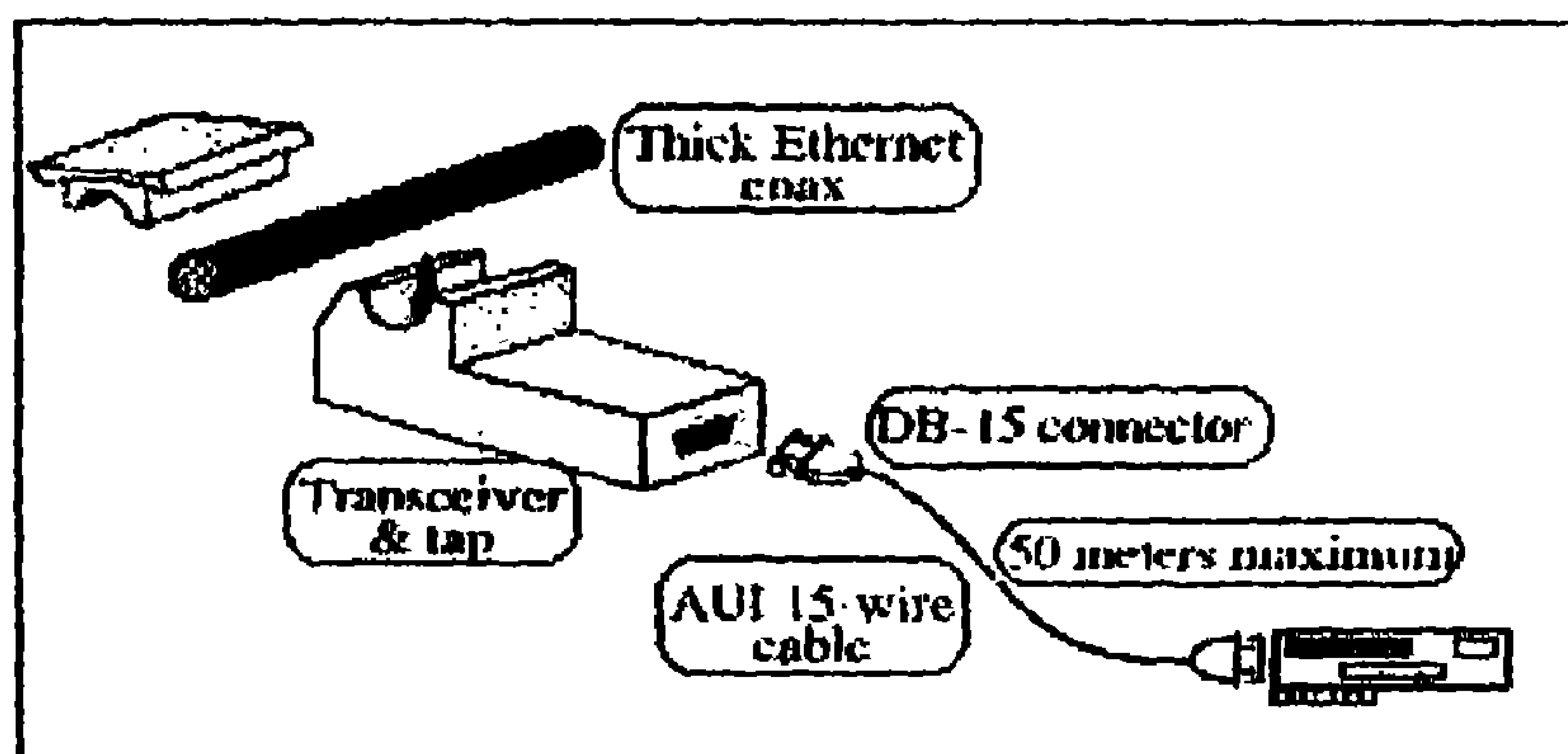
IEEE 802.3 10Mbps physical layer medium alternatives : 3 جدول

	10Base5	10Base2	10Base-T	10Broad36	10Base-FP
Transmission medium	Coaxial Cable (50 ohm)	Coaxial Cable (50 ohm)	Unshielded twisted pair	Coaxial Cable (75 ohm)	850 mm optical fiber pair
Signaling technique	Baseband (Manchester)	Baseband (Manchester)	Baseband (Manchester)	Broadband (DPSK)	Manchester / On-off
Topology	Bus	Bus	Star	Bus/Tree	Star
Maximum cable segment length (m)	500	185	100	1800	500
Nodes per segment	100	30	-	-	33
Cable diameter (mm)	10	5	0.4-0.6	0.4-1.0	62.5/125μm

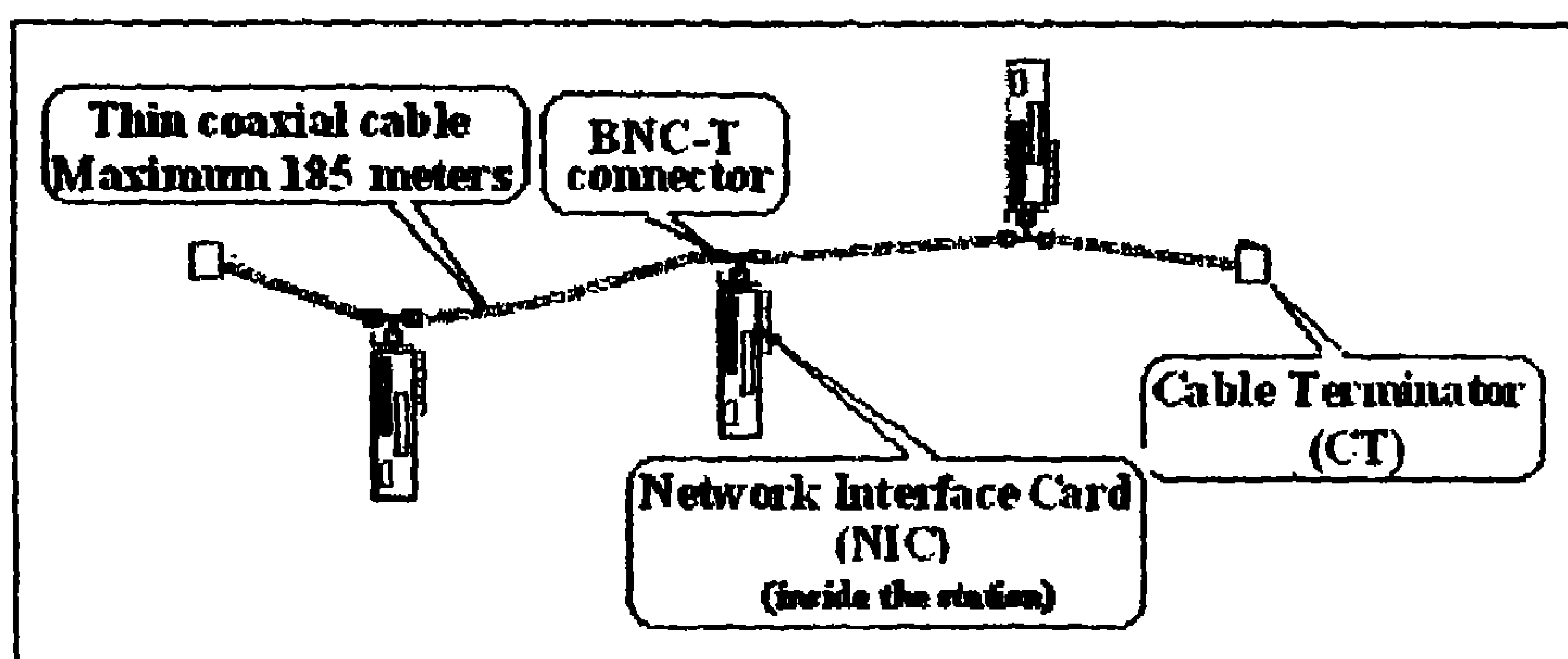
الأشكال رقم 10 – 14 توضح topology للأنواع الموضحة بالجدول رقم 3



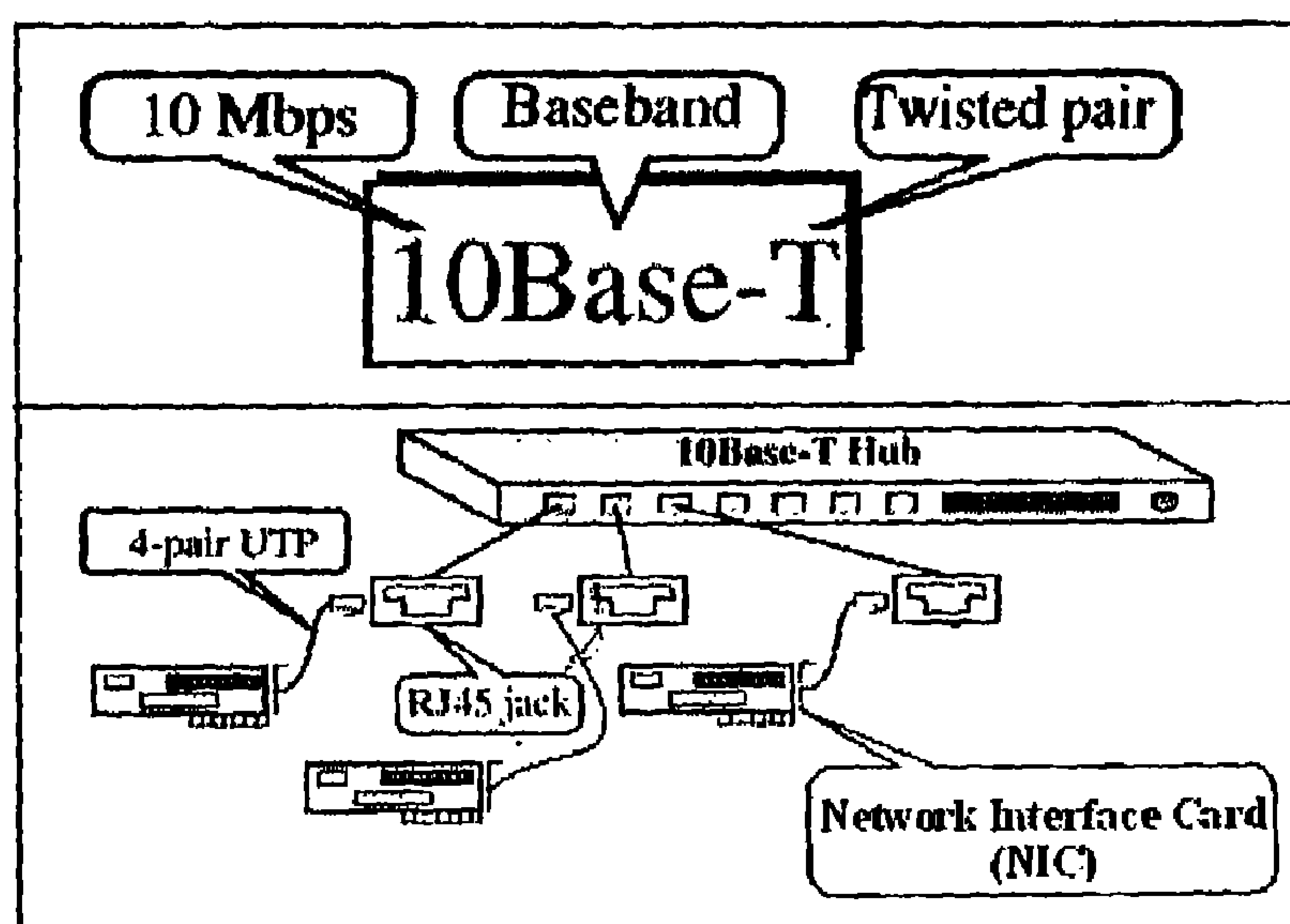
Topology of 10BASE5 :10 شكل رقم



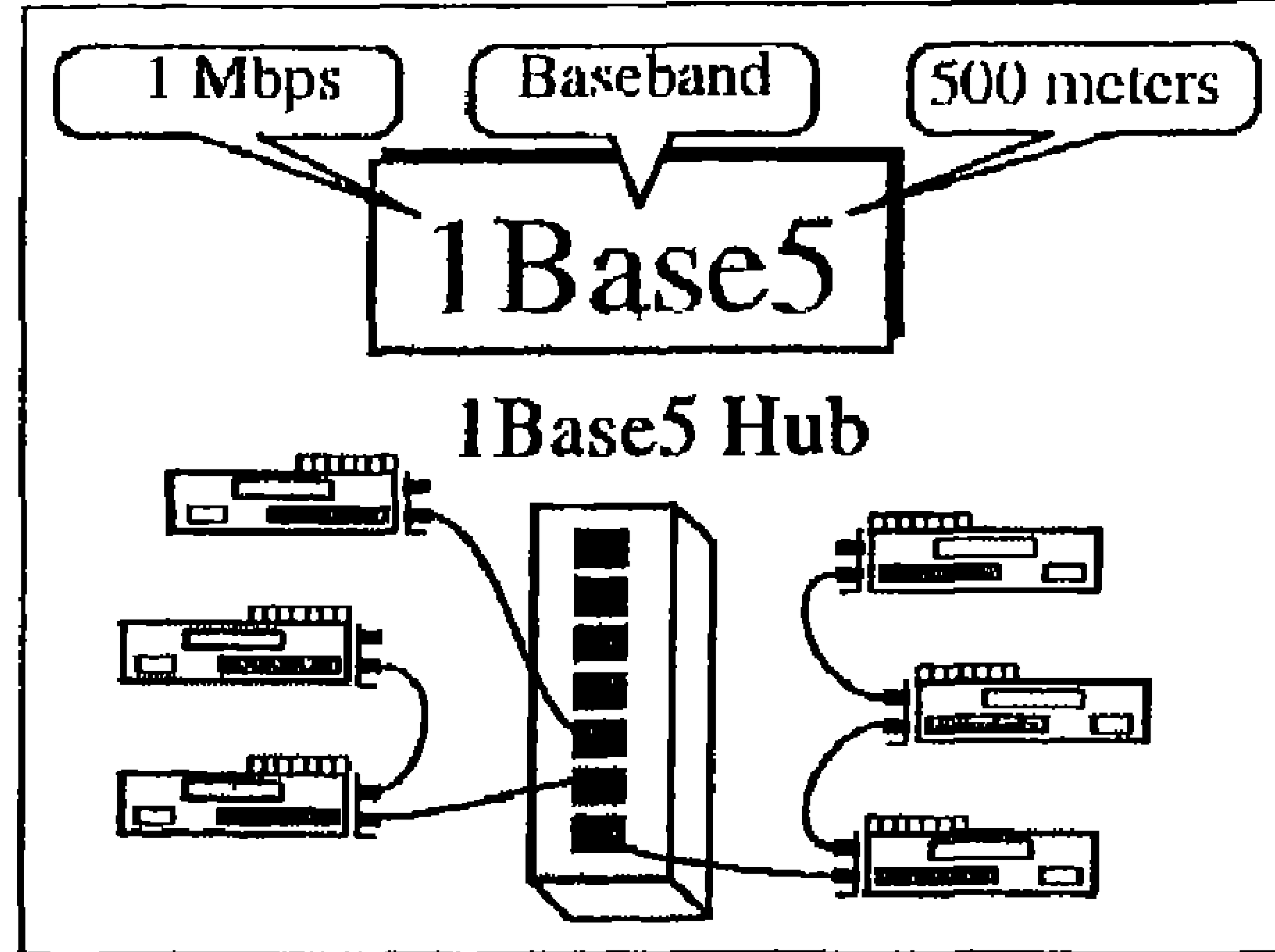
Transceiver connection in 10BASE5:11 شكل رقم



Topology of 10Base2 :12 شكل رقم



10Base-T topology :13 شكل رقم



شكل رقم 14: 1Base5

Fast Ethernet (IEEE 802.3 100-Mbps specification) (12.3.2

نتيجة التطبيقات الجديدة مثل computer-aided design (CAD), image and real-time audio and video processing واستخدامها عبر شبكات LAN أصبح هناك حاجة ماسة إلى شبكات LAN لها معدل سريان عالي (أعلى من 10 Mbps المستخدم في traditional Ethernet). Fast Ethernet تعمل على 100 Mbps.

Fast Ethernet ما هو إلا نوع جديد من traditional Ethernet له معدل بيانات 100 Mbps مع عدم وجود تغيير في frame format أو في access method والتغيير الوحيد الذي حدث في MAC layer هو

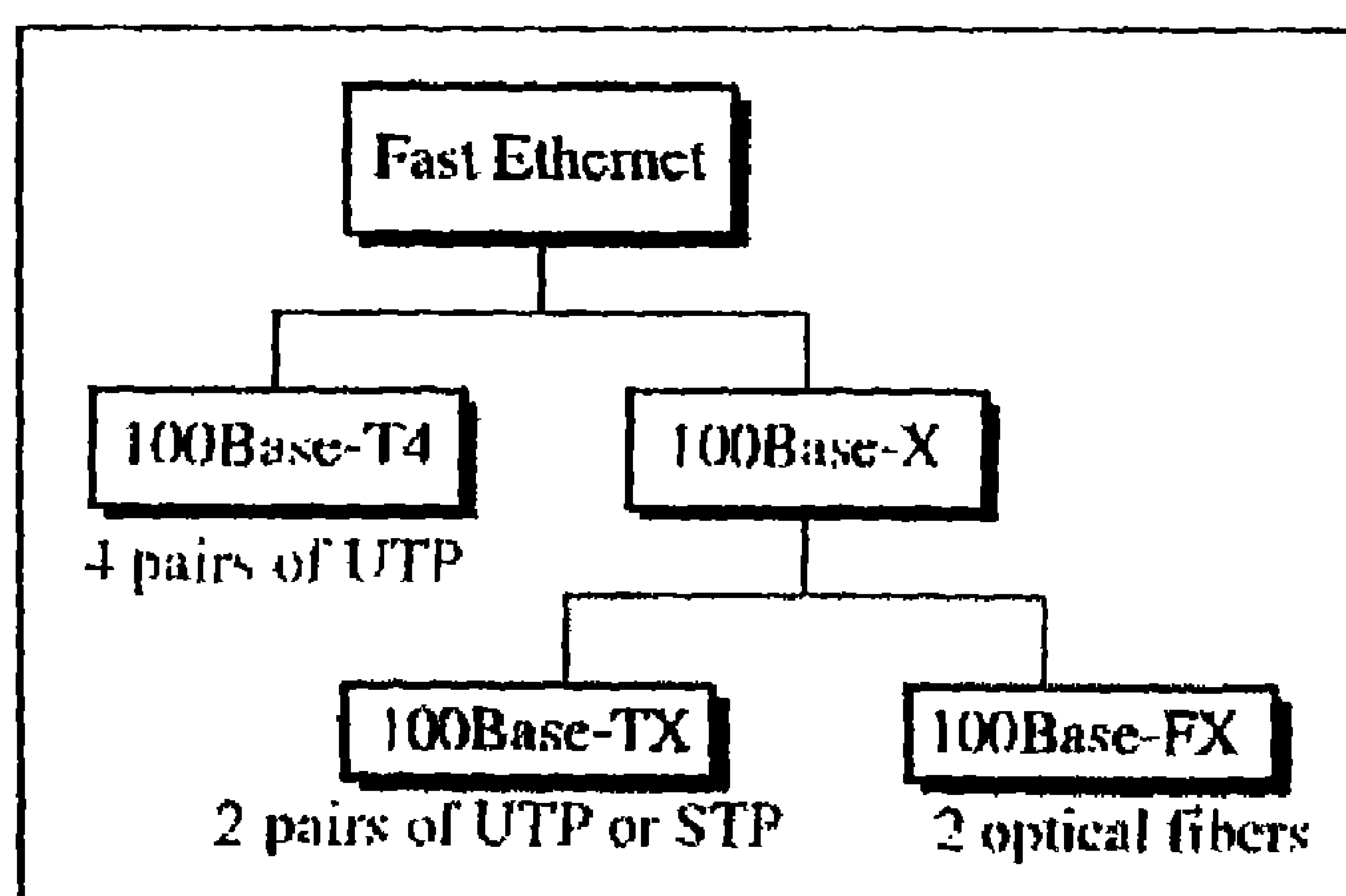
1) date rate : increased by 10 factor
2) Collision domain : decrease by factor 10 to be 250 meter

في الطبقة المادية فان topology المستخدم ل fast Ethernet هو star topology مثل 10Base-T

IEEE صممت صنفان من Fast Ethernet هما

1) 100Base-X (divided into 100Base-TX, and 100Base-FX)
2) 100 Base-TU

الشكل رقم 15 يوضح أصناف Fast Ethernet



شكل 15: أصناف Fast Ethernet

الجدول رقم 4 يوضح مواصفات وسط الإرسال الخاص ب

IEEE 802.3 100Base-T (fast Ethernet)

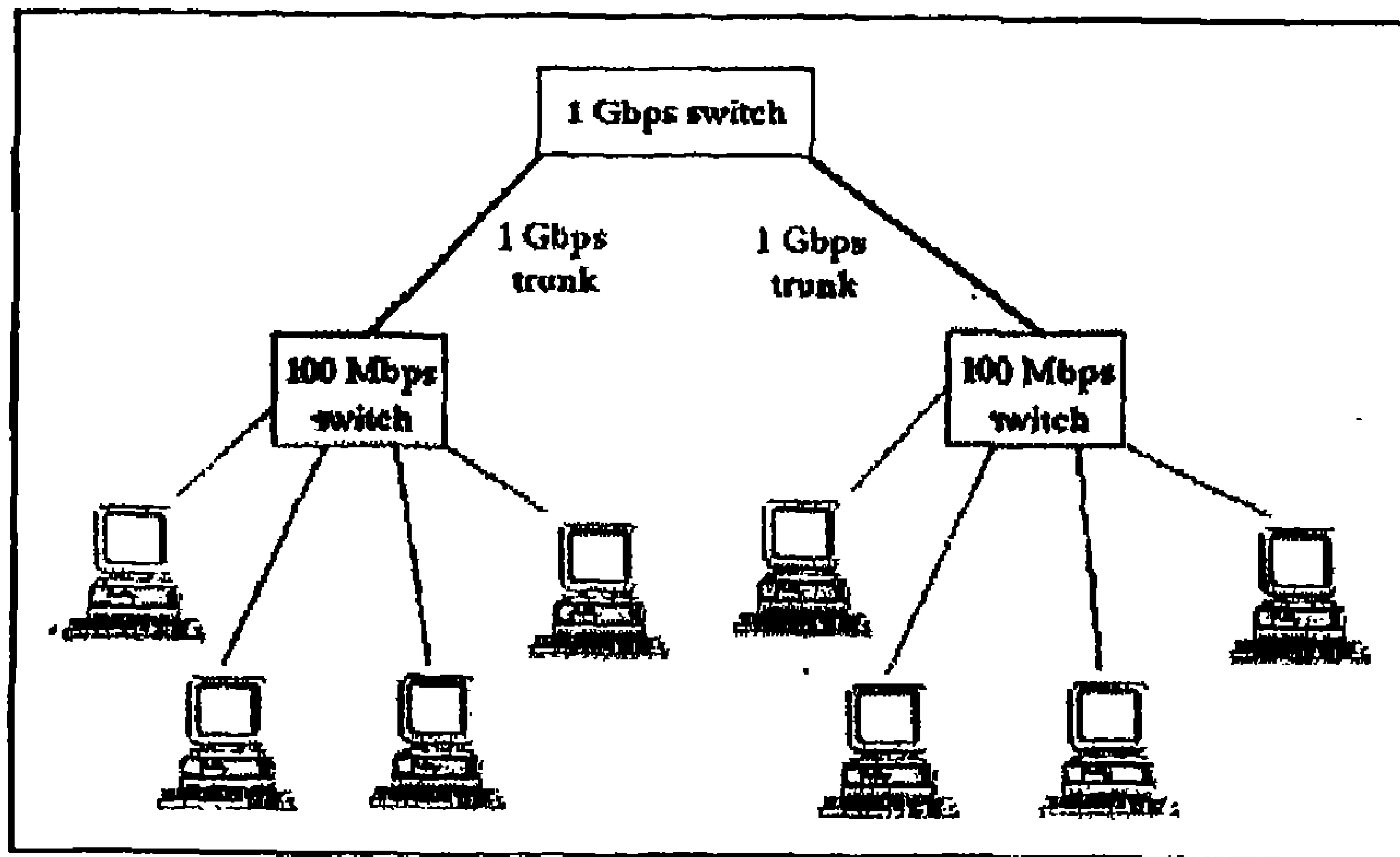
جدول 4 : مواصفات وسط الإرسال الخاص ب

IEEE 802.3 100Base-T (fast Ethernet)

	100Base-TX		100Base-FX	100Base-T4
Transmission medium	2 pair, STP	2 pair, category 5 UTP	2 optical fibers	4 pair, category 3, 5, or 5 UTP
Signaling technique	4B5B, NRZI	4B5B, NRZI	4B5B, NRZI	8B6B, NRZ
Data rate	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
Maximum cable signet length	100 m	100 m	100 m	100 m
Network span	200 m	200 m	400 m	200 m

Gigabit Ethernet (12.3.3

الانتقال من 10 Mbps إلى 100 Mbps شجع IEEE 803.3 إلى تصميم Gigabit Ethernet. إستراتيجية هذا النوع لا يختلف عن fast Ethernet حيث أن MAC layer and access method لم تتغير ولكن Collision domain أقل من نظيره في Fast Ethernet. خصائص الطبقة المادية وبخاصة وسط الإرسال والتشفير تغير بوجود optical fiber مع وجود twisted-pair cables أيضا. Gigabit Ethernet تستخدم كعمود فقري (backbone) لربط شبكات Fast Ethernet. الشكل رقم 16 يوضح هيكل Gigabit Ethernet



شكل 16 : هيكل Gigabit Ethernet

TOKEN BUS (IEEE 802.4) (12.4

LANs لها تطبيق هام في ميكنة المصانع (factory automation) والتحكم في المعالجة (processing control) حيث أنه في هذين التطبيقين تكون المعالجة لحظية (real-time processing) مع أقل تأخير في البيانات مطلبا هاما. Ethernet 802.3 يعتبر بروتوكول غير ملائم لهذا الغرض لأن عدد collision غير محدد بالإضافة إلى

فترة التأخير في البيانات ليست محددة. أيضا (Token Ring (IEEE 802.5 والذي سيناقش لاحقا يعتبر بروتوكول غير مناسب لأن خط التجميع (الرابط أو وسط الإرسال) يشابه Bus topology وليس Token bus .Ring يجمع بين خصائص Ethernet and token ring حيث أنه يجمع الشكل المادي لل (Ethernet (bus topology بالإضافة إلى خاصية (collision free (predictable delay الخاصة ب token ring.

طريقة العمل:

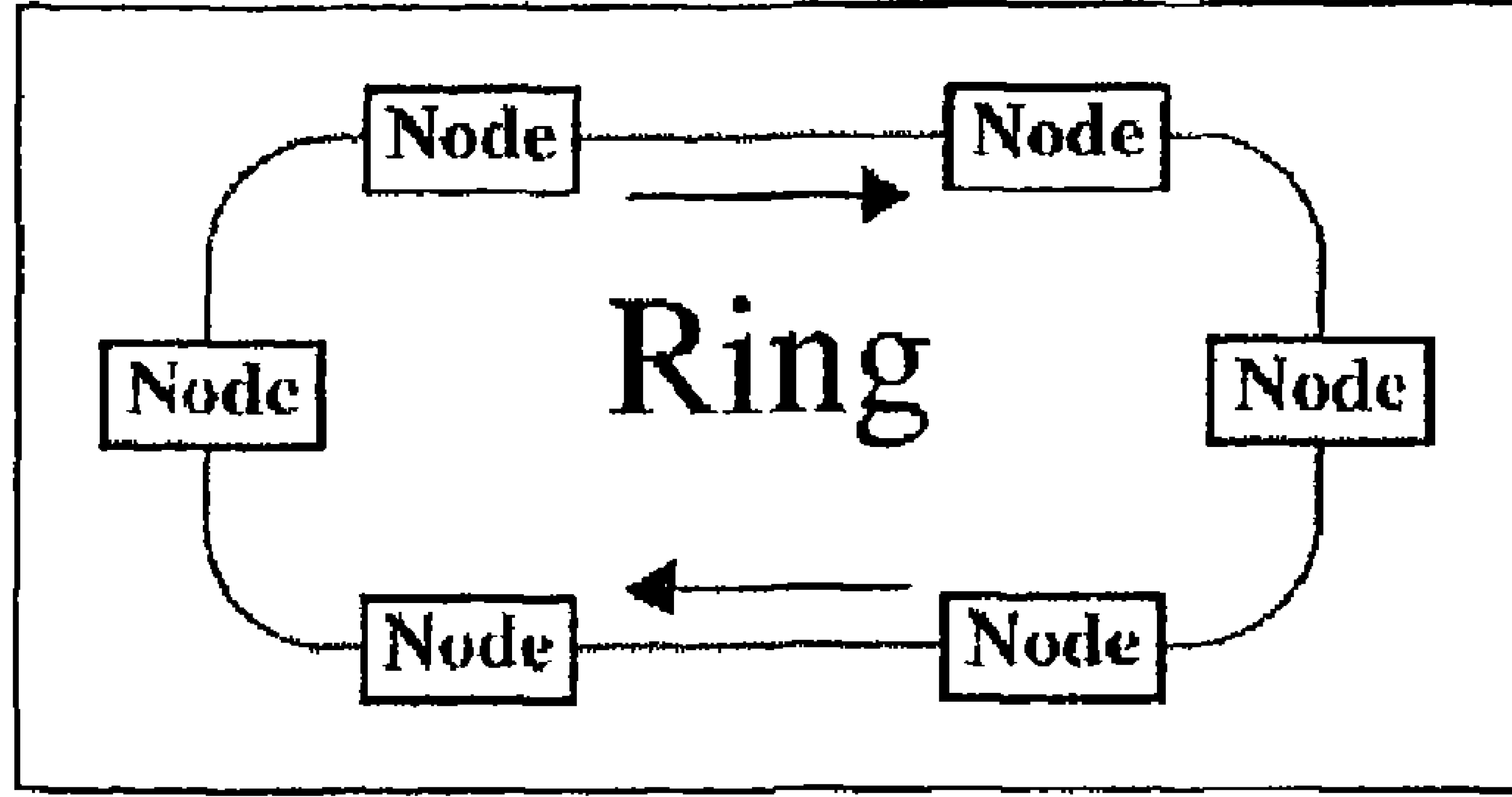
1) المحطات تنظم منطقيا في صورة Ring
2) Token يمرر خلال المحطات
3) إذا كان هناك محطة تريد الإرسال فإنها تنتظر حتى تحصل على token

TOKEN RING (12.5

كما تم الإشارة إليه من قبل فإن ميكانيزم الدخول على الشبكة (network access mechanism) المستخدم بواسطة (Ethernet (CSMA/CD غير جيد لوجود Collision حيث أن المحطات تحاول إرسال البيانات عدة مرات قبل أن يحدث اتصال فعلي على الرابط والذي يؤدي بدوره إلى تأخير إرسال البيانات

Token Ring تغلبت على هذه المشكلة بواسطة إرسال البيانات بصورة متتابعة حيث أن جهاز واحد فقط يتعامل مع الرابط من أجل إرسال إطار واحد

الميكانيزم الذي ينسق عملية دوران الإرسال بين المحطات يسمى Token passing . Token ببساطة هو إطار (placeholder frame) والذي يتم تمريره خلال الحلقة عندما تكون جميع المحطات idle. المحطة التي تمتلك token يمكنها من الإرسال والاتصال بالرابط. الشكل رقم 17 يوضح هيكل Token Ring



شكل 17 : هيكل Token Ring

Access method: token passing

- عندما تكون جميع المحطات idle سيكون هناك دوران token حول ring
- المحطة التي تريد إرسال البيانات تنتظر حتى تمتلك token المار إليها وبالتالي تعيد شكل token frame بواسطة بت واحد في token والذي يحول token إلى start-of-frame sequence لإطار البيانات
- تقوم هذه المحطة بإرسال ما لديها من بيانات وفي هذا التوقيت لا يكون هناك token على ring وبالتالي جميع المحطات الأخرى التي تريد الإرسال عليها أن تنتظر
- المحطة التي تم إرسال إليها بيانات تقوم بدفع token على الحلقة إذا تحقق الشرطان التاليان

1) المحطة تم إرسالها لإطار البيانات الخاص بها
2) Leading edge للإطار المرسل تم إعادته (بعد إكمال الدوران حول الحلقة) إلى هذه المحطة
3) بمجرد وجود token جديد على الحلقة فان محطة أخرى تقوم بإجراء نفس العمل السابق

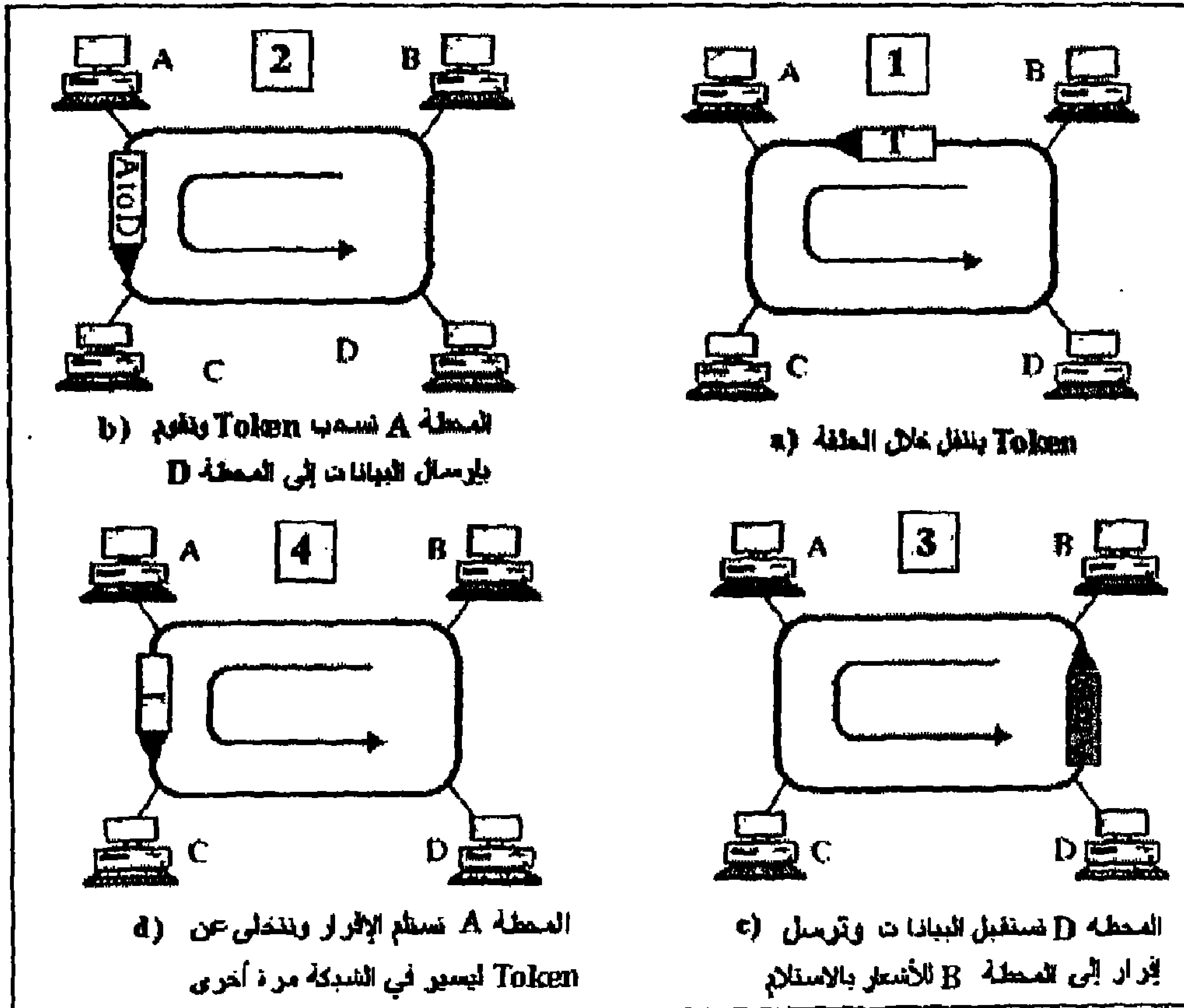
مثال:

الشكل رقم 18 يوضح كيف أن المحطة A يمكنها إرسال packet إلى المحطة D

12.6) مقارنة بين أنواع LANs

الجدول رقم 5 يعقد مقارنة بن بين أنواع LAN السابقة مع العلم بالتالي

- Ethernet يكون جيدا في حالة ذات التحميل البسيط low-level loads ولكن يقل استخدامها إذا زاد التحميل وذلك لوجود Collision وإعادة الإرسال إذا حدث Collision
- Token ring يستخدم في حالتي التحميل البسيط و العالي



شكل 18 : المحطة A ترسل packet إلى المحطة D

جدول 5: مقارنة بن بين أنواع LAN

Network	Access method	Signaling	Data rate	Error control
Ethernet	CSMA/CD	Manchester	1, 10 Mbps	No
Fast Ethernet	CSMA/CD	Several	100 Mbps	No
Gigabit Ethernet	CSMA/CD	Several	1 Gbps	No
Token Ring	Token passing	Differential Manchester	4, 16 Mbps	Yes

12.7) الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN)

Wireless Local Area Networks (WLAN)

مقدمة Introduction

طرق الاتصال بشبكة الإنترنت تطورت اليوم، بحيث أصبح ممكنا للإنسان أثناء الاتصال بالشبكة التنقل في المنزل أو المكتب أو الأماكن العامة حاملا على سبيل المثال الكمبيوتر الجيبى (pocket computer)متحررا من أي كابلات ومتمتعًا بحرية التنقل وقادرًا على إرسال وتلقي البريد الإلكترونى أوالتجول في الإنترنت في حرية كاملة.

فنحن أحيانا نرى أشخاصا في صالة انتظار المطارات يتصفحون في الإنترنت بالكمبيوتر المحمول (laptop) دون أي اتصال بالشبكة بواسطة كابل أو شخص يجلس في نادي يستمتع بالشمس أثناء العمل على المساعد الرقمي الخاص (personal digital assistant/PDA) وهو يتصفح الأخبار الحديثة في البورصة عن طريق الإنترنت دون أى اتصال سلكى بالشبكة.

كيف أمكن تحقيق هذه الحرية؟، وما التقنية المختفية خلف هذه الإمكانية؟ إنها الشبكات المحلية اللاسلكية.(wireless local area network/WLAN)

تسمح تقنية الشبكات المحلية اللاسلكية بالاتصال بشبكة الإنترنت عبر الإشارات الراديوية (radio frequency/RF)بدلاً من الاتصال عبر الأسلاك. لتحقيق هذا يجب وجود عنصرين رئيسيين: الأول هو بطاقات الكمبيوتر اللاسلكية ,(wireless computer card) التي يمكن أن تكون مدمجة بالكمبيوتر المحمول، (أو أي جهاز آخر) أو قابلة للإزالة، هذه البطاقات تحتوي على هوائي (إريال) داخلي أو خارجي .الثاني هو نقطة الوصول (access point) التي تصل الشبكات المحلية اللاسلكية بشبكة الإنترنت.

إن سرعة نقل البيانات تقل مع زيادة المسافة بين المستخدم ونقطة الوصول، هذه المسافة تصل فى المناطق المفتوحة إلى 300 متر فى المتوسط وفى الأماكن المغلقة، بسبب الجدران الفاصلة مثل المكاتب، تصل هذه المسافة إلى 50 مترًا في المتوسط. وفي الأماكن المغلقة خاصة، تعتمد المسافة على نوعية الجدران الفاصلة.

والشبكات المحلية اللاسلكية لها تطبيقات مختلفة في المنازل والمكاتب والأماكن العامة للاستفادة من حرية الحركة أثناء العمل، أو نقل مكان العمل دون مشاكل نقل الاتصال بالكابلات أو استخدام الأجهزة المحمولة للعمل أثناء السفر ,أو في الأماكن العامة.

في بعض التطبيقات يحتاج الأمر إلى تجهيز عدة نقاط وصول لتغطية مساحة واسعة ويسمح للمستخدمين بالتجوال من منطقة إلى أخرى، دون أن يفقدوا الاتصال بالشبكة. بالمقارنة مع التقنيات الأخرى استطاعت تقنية الشبكات المحلية اللاسلكية، باستخدام الإشارات الراديوية (WLAN) التغلب على تقنية نقل المعلومات اللاسلكي بواسطة الأشعة تحت الحمراء مثل تقنية السن الأزرق (blue tooth) المحدودة لمسافات لاتزيد على 20 مترًا، وغير القادرة على اختراق الحواجز، ولذلك تعتبر غير مفيدة لإنشاء الشبكات المحلية اللاسلكية. أيضا استطاعت تقنية WLAN التفوق على تقنية UMTS (universal mobile telecommunications system)المكلفة ماديًا ,والمستخدمة في الهاتف المحمول، لأن نقل المعلومات في تقنية WLAN أسرع بكثير وبتكاليف معتدلة، ولأن تقنية UMTS في الهاتف المحمول غير موجودة بكميات كافية فى السوق حاليا.

الأنظمة القياسية

المنظمة التي تعنى بوضع المواصفات القياسية للشبكات المحلية اللاسلكية، اسمها معهد

المهندسين الإلكترونيين والكهربائيين، هذه المنظمة بدأت سنة 1997 بوضع النظام 802.11 الذي يعمل في التردد الموجى 2.4 جيجا هرتز ويسمح بتبادل المعلومات بسرعة 2 ميجا بايت لكل ثانية، هذا النظام القياسى أضيفت إليه بعض التحسينات ليظهر نظامان قياسيان سنة 1999، النظام B802.11 الذي يعمل بتردد موجى 2.4 جيجا هرتز وينقل المعلومات بسرعة 11 ميجا بايت والنظام القياسي B802.11 الذي يعمل بتردد موجى 5 جيجا هرتز وينقل المعلومات بسرعة 54 ميجا بايت.

أغلب الأجهزة الموجودة في السوق اليوم تتبع النظام القياسى B802.11 وذلك لأنها بسيطة وسهلة التركيب وأسعارها معتدلة. الأجهزة التي تتبع النظام القياسي B802.11 لاتستطيع أن تعمل مع أجهزة النظام القياسي A802.11 بسبب الاختلاف في التردد الموجي، ولذلك ظهر في منتصف عام 2003 النظام القياسي الجديد G802.11 الذي يعمل أيضا في التردد الموجي 2.4 جيجا هرتز، ولكن سرعة نقل البيانات تحسنت إلى 54 ميجا بايت وسوف يستخدم هذا النظام الجديد في التطبيقات المستقبلية مثل تبادل المحتويات التفاعلية والفيديوية. والجهة التي تختبر مستوى التشغيل التبادلي فى تجهيزات الشبكات المحلية اللاسلكية هي اتحاد صناعي يعرف باسم (WECA) أى اتحاد توافق إثرنت اللاسلكى. وتدمغ المنتجات التى تجتاز اختبارات هذا الاتحاد بختم الصحةWi-Fi (wireless fidelity) وبذلك تصبح أجهزة المستخدم المحمولة التي بها بطاقة الشبكة اللاسكية من منتجين مختلفين صالحة للعمل معا. لحماية نقل البيانات ضد التنصت والتجسس تستخدم تجهيزات الشبكات المحلية اللاسلكية برامج التشفير وطرق التحقق من هوية المستخدم لضمان أمانة نقل البيانات. والنقاط الساخنة (hot spots) هي عبارة عن أماكن يمكن فيها استخدام تقنيات الربط اللاسلكي التي ازداد انتشارها في مختلف أنحاء العالم، الأمر الذي يحقق مفهوم حرية الربط الدائم مع الشبكة في أثناء الحركة في أي وقت ومن أي مكان. واستنادا إلى التحليلات الصادرة حديثا، فإن عدد النقاط الساخنة سيصل إلى مئات الآلاف في جميع أنحاء العالم بحلول عام 2005. هذه النقاط الساخنة نجدها اليوم في صالات الانتظار بالمطارات في الفنادق والمطاعم والمقاهي ومراكز المؤتمرات، وفي المعارض.

ما يحتاج إليه الإنسان لاستخدام هذه التقنية هو جهاز محمول به البطاقة اللاسلكية ومكان به نقطة ساخنة) نقطة وصول في مكان عام) يجلس بالقرب منها ليبدأ في الإبحار في الإنترنت، أو إرسال وتلقي البريد الإلكتروني، وذلك مجانا أو برسوم من مزود للإنترنت

اللاسلكي، أو الدفع ببطاقات الائتمان حسب مواصفات النقطة الساخنة.في المقارنة بعدد النقاط الساخنة يتصدر العالم حاليا الولايات المتحدة وأوربا الغربية. أما في البلاد العربية فمازال عدد النقاط الساخنة محدودًا، ولكنه بدأ يزيد في الفترة الأخيرة.

اليوم يوجد في الإنترنت مواقع تدلك على أماكن النقاط الساخنة في جميع أنحاء العالم. وإلقاء نظرة على هذه المواقع قبل بدء رحلة يعطيك المعلومات عن الأماكن التي تجعلك مرتبطًا بالشبكة دائما خلال رحلتك، بحرية كاملة، ودون ارتباط بأي كابل

نظرة عامة Overview

الاتصالات اللاسلكية توفر مزايا عديدة مثل النقل portability والمرونة flexibility وزيادة الانتاجيه productivity وذلك بالإضافة إلى تخفيض تكاليف التركيب. التقنيات اللاسلكية تشمل نطاقات واسعة من التطبيقات المختلفة الموجهة نحو الاحتياجات والاستخدامات المختلفة. علاوة علي ذلك ، هذه التقنيات توفير هائل للتكليف بالإضافة إلى تطبيقات متنوعة تتراوح بين بيئات التجزئة إلى المصانع . لكن هناك مخاطر كامنة في أي تكنولوجيا لاسلكية. بعض هذه المخاطر تشبه مخاطر الشبكات السلكية Wire networks وبعضها يفوق ذلك. ولعل اهم مصدر المخاطر في الشبكات اللاسلكية هو أن هذه التكنولوجيا تستخدم وسائط نقل لا سلكية وبالتالي فهي مجال مفتوح للمتسللين .

التكنولوجيا اللاسلكية Wireless Technology في ابسط معانيها هو تمكين جهازين أو أكثر من الاتصال فيما بينهما دون الحاجة كابلات. التقنيات اللاسلكية تستخدم ترددات البث الإذاعي لنقل البيانات عبر الأثير . التقنيات اللاسلكية هي مجموعه من النظم المعقدة ، مثل الشبكات اللاسلكية المحليه WLAN والتليفونات الخلوية cell phones إلى الأجهزة البسيطة مثل أجهزه السماعات والميكروفونات اللاسلكية . كما تشمل أجهزة الأشعة تحت الحمراء (IR) مثل أجهزه التحكم من بعد remote control و بعض الحاسبات التي تستخدم لوحات المفاتيح لاسلكية وأجهزة هاي فاي اللاسلكية . جميع هذه الأجهزة تتطلب خط رؤية مباشر direct line of sight بين المرسل والمستقبل خلال مسافات قصيرة.

الشبكات اللاسلكية Wireless Networks بمثابة آلية نقل بين الاجهزه وبين الاجهزه والشبكات التقليدية السلكية. الشبكات اللاسلكية عديدة ومختلفة ولكن يتم تقسيمهم إلي ثلاث

مجموعات علي أساس مساحة منطقة التغطيه : الشبكات اللاسلكية واسعة النطاق Wireless Wide Area Networks (WWAN) و الشبكات اللاسلكية المحلية Wireless Local Area Networks (WLAN) والشبكات اللاسلكية الشخصيه Wireless Personal Area Networks (WPAN).

WWAN تشمل نطاق تقنيات تغطيه المنطقة الواسعة مثل التقنيات 2G الخلوية وبيانات الحزمة الرقمية Cellular Digital Packet Data (CDPD) والنظام العالمي للاتصالات المتحركة (GSM) و Mobitex . WLAN تمثل الشبكات المحلية اللاسلكية ويشمل 802.11 و HiperLAN وأنواع أخرى. WPAN يمثل الشبكة اللاسلكية الشخصية مثل تقنيات السن الأزرق Bluetooth و IR .

جميع هذه التقنيات تستقبل وترسل المعلومات باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic wave (EMW) . التقنيات اللاسلكية تستخدم ترددات تتراوح من نطاق الترددات الراديويه Radio Frequency (RF) إلى ترددات أعلى من نطاق ترددات IR . الترددات في حيز نطاق RF تغطي جزءا كبيرا من طيف الإشعاعات الكهرومغناطيسية EM radiation spectrum والتي تمتد من 9 كيلو هيرتز (9 KHz) (ادني تردد للاتصالات اللاسلكية) إلى آلاف جيغا هرتز (GHz). كلما زدادت التردد بعد طيف RF (RF spectrum) تنتقل طاقة EM إلى IR ثم إلى الطيف المرئي (visible spectrum)

نبذه تاريخية Brief History

تكنولوجيا WLAN ترجع إلي منتصف الثمانينات عندما قامت لجنه الاتصالات الفدرالية Federal Communication Commission (FCC) بتحديد طيف RF المتاح للصناعه. وخلال الثمانينات وأوائل التسعينات ، كان النمو البطيء نسبيا. اليوم تكنولوجيا WLAN تشهد نموا هائلا . السبب الرئيسي في هذا النمو هو زيادة عرض النطاق بواسطة معايير IEEE 802.11 . الجدول رقم 6 يوضح خصائص 802.11 WLANs

جدول 6: خصائص 802.11 WLANs

Characteristic	Description
Physical Layer	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), infrared (IR).
Frequency Band	2.4 GHz (ISM band) and 5 GHz.
Data Rates	1 Mbps, 2 Mbps, 5.5 Mbps (11b), 11 Mbps (11b), 54 Mbps (11a)
Data and Network Security	RC4-based stream encryption algorithm for confidentiality, authentication, and integrity. Limited key management. (AES is being considered for 802.11i.)
Operating Range	Up to 150 feet indoors and 1500 feet outdoors.
Positive Aspects	Ethernet speeds without wires; many different products from many different companies. Wireless client cards and access point costs are decreasing.
Negative Aspects	Poor security in native mode; throughput decrease with distance and load.

موتورولا قامت بتطوير أحد أول أنظمة WLAN التجارية. تقنيات WLAN الأولية كان لها مشاكل عديدة تمنع انتشار استخدامها. هذه الشبكات المحلية كانت مكلفه وتقدم معدلات بطيئة لسرعة انتقال البيانات مع تعرضها للتداخل مع موجات الراديو . معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات IEEE بدأت مشروع 802.11 في عام 1990 في نطاق " تطوير مواصفات Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) للاتصالات اللاسلكية الثابتة والمحمولة والمحطات المتنقلة داخل منطقه. في عام 1997 أطلق معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات أول 802.11 standard علي المستوي الدولي .

ثم في عام 1999 ، صادقت معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات على A802.11 and B802.11 standards لاتصالات الشبكات اللاسلكية. والهدف كان لايجاد معايير تكنولوجية أساسية يمكن ان تغطي العديد من أنواع التشفير المادية ، والترددات والتطبيقات

802.11 standard يستخدم تقنية المزج الترددي المتعامد orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) لتقليل التداخل. تستخدم هذه التكنولوجيا طيف ترددي بعرض 5 GHz ويمكن معالجة البيانات بسرعة قد تصل إلى 54 Mbps .

التردد ومعدلات سريان البيانات Frequency and Data Rates

معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات طورت 802.11 standards لتوفير تقنيات الشبكات اللاسلكية . IEEE 802.11a standards هو العضو الأوسع اعتمادا لعائلة 802.11 LAN . فهي تعمل في نطاق الترخيص 5 GHz باستخدام التكنولوجيا OFDM.

802.11b standards الشائع الاستخدام يعمل في نطاق 2.4 GHZ-2.5 GHZ الغير مرخص الصناعية والعلمية والطبية industrial, Scientific and Medical (ISM) باستخدام تقنية direct sequence spread-spectrum (DSSS) . نطاق ISM أصبح شائع الاستخدام في الاتصالات اللاسلكية لأنه متاح في كل أنحاء العالم.

تقنية B802.11 WLAN تسمح بسرعة تراسل تصل إلى 11 Mbps . هذا يجعله أسرع كثيرا من IEEE 802.11 standard الأصلي (يرسل البيانات بسرعة تصل الي 2 Mbps) وأسرع قليلا من الايثرنت Ethernet .

هيكل 802.11 (802.11 Architecture)

IEEE 802.11 standard يسمح باقامه سواء شبكات الند للند peer-to-peer network(P2P) او الشبكات المعتمدة على fixed access point (AP) حيث يتم الاتصال بين العقد المتنقلة mobile nodes . لذلك فان المعيار يعرف نوعان أساسيان من طوبولوجي الشبكات : infrastructure network and ad hoc network topologies .

infrastructure network تعنى بامتداد نطاق wire LAN إلى wireless cell . الحاسبات النقالة laptop أو الأجهزة النقالة الأخرى قد تنتقل من خليه cell إلي أخري (from AP to AP) مع المحافظة علي الوصول إلي موارد LAN . الخليه cell هي منطقه تغطى بواسطة AP وتسمى "مجموعه الخدمات الاساسيه" Basic Service Set (BSS) . تجميع جميع خلايا infrastructure network يسمى بمجموعه الخدمة الممتدة Extended Service Set (ESS) . هذا الطوبولوجي مفيد لتوفير التغطية اللاسلكية مناطق الحرم الجامعي أو البناية building or campus areas . بنشر عدة APs مع تداخل مناطق التغطية فان التنظيم يمكن أن ينجز تغطية شبكية واسعة . WLAN يمكن استخدامها لاستبدال wire LAN تماما وتمديد LAN infrastructure .

بنية WLAN تحتوي على محطات عميل client stations التي تستخدم Modem للاتصال اللاسلكي إلي AP . محطات العميل تزود عادة بكارت بيني a wireless network interface card (NIC) الذي يتكون من مرسل/مستقبل راديوي radio transceiver و منطق logic للتعامل مع ماكينة العميل client machine والبرمجيات software . AP يشمل أساسا radio transceiver من جهة وجسر bridge إلى العمود الفقري السلكي wired backbone من جهة أخري. AP (الجهاز الثابت التي تشكل جزءا من البنية التحتية السلكية wired infrastructure) يناظر المحطة القاعدة base station (cell-site) في الاتصالات الخلوية. جميع الاتصالات بين محطات العميل وبين wired network توصل عن طريق AP .

ورغم أن معظم WLANs تعمل في infrastructure mode فانه يوجد طوبولوجي أخر. الطوبولوجي الآخر (ad hoc network) يعنى سهوله التواصل بين الأجهزة المحمولة في نفس المنطقة (أي في نفس الغرفة). من هذا البناء ، محطات العميل client stations يتم تجميعها في منطقه جغرافيه واحده ويمكن ان تعمل علي الانترنت دون الوصول إلي wired LAN (infrastructure network). أجهزة الربط في ad hoc mode يشار إليها بمجموعة الخدمات الاساسيه المستقلة independent basic service set (IBSS)

شكل ad hoc مماثل لشبكة النظير للنظير peer-to-peer office network حيث لا يتطلب أن تكون هناك node يعمل بمثابة الخادم. مثل ad hoc WLAN ،الحاسبات المحمولة laptops و غيرها من أجهزه 802.11 يمكنها من تبادل الملفات بدون استخدام AP .

مكونات شبكة LAN اللاسلكية Wireless LAN Components

تشتمل WLAN على نوعين من الاجهزه : المحطة اللاسلكية wireless station ونقطه الوصول access point . العميل client (أو المحطة station) عاده ما يكون حاسبات شخصية (laptop or notebook computer) مع wireless NIC . WLAN client قد يكون حاسب مكتبي desktop أو الأجهزة المحمولة باليد handheld device مثل PDA أو الأجهزة حسب الطلب custom device مثل جهاز التعرف على الشفرة barcode scanner wireless laptops and notebooks مطابقة لـ laptops and notebooks إلا أنهم يستخدمون wireless NICs للربط مع نقاط الوصول في الشبكة.

Wireless NIC يدخل عموما (commonly inserted) في client's Personal Computer Memory Card International Association (PCMCIA) slot أو Universal Serial Bus (USB) port .

NICs تستخدم الإشارات اللاسلكية لأقامه وصلات إلى WLAN . AP والذي يعمل كجسر بين الشبكات اللاسلكية والسلكية ، عاده تتكون a radio, a wired network interface مثل 802.3 والبرمجيات bridging software .

وظائف AP (as a base station for wireless network) تجميع عده محطات لاسلكيه إلى الشبكة السلكية

مدى شبكة LAN اللاسلكية Range of WLAN

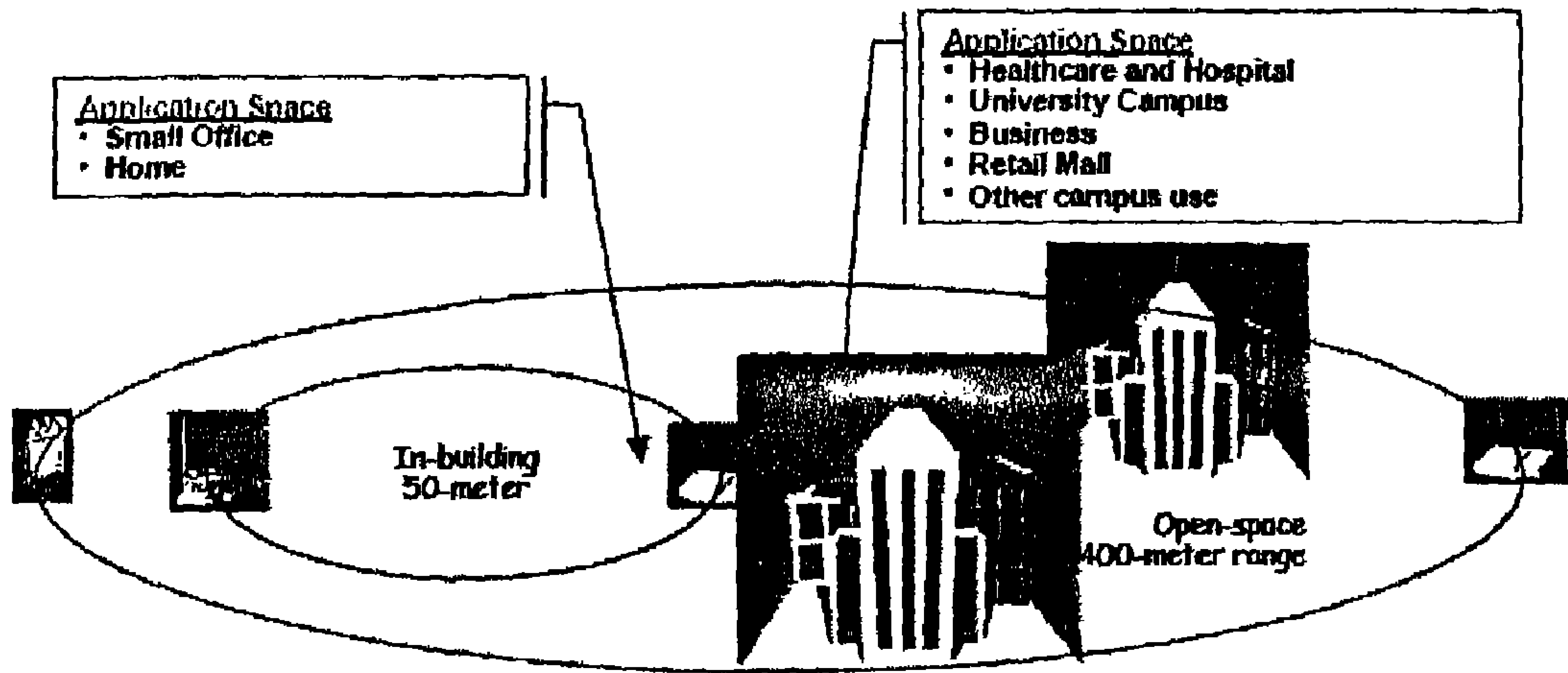
يعتمد نطاق تغطيه 802.11 WLANs علي عوامل عده ، من بينها معدل ارسال البيانات المطلوبة وكثافتها data rate and capacity بالاضافة الى مصادر التداخل sources of RF interference و المجال المادي وخصائصه والطاقة والربط ونوع الهوائيات المستخدمة. المدى النظري يتراوح من 29 مترا (لمعدل الارسال 11 Mbps) في المساحات المغلقه و 485 متر (لمعدل الارسال 1 Mbps) في المناطق المفتوحة. لكن ، من خلال التحليل التجريبي فان نطاق معدات 802.11 يكون نحو 50 مترا (حوالي 163 قدما) في الداخل indoor . مدى 400 متر تقريبا (¼ ميل) يجعل WLAN تكنولوجيا مثالية في تطبيقات الحرم الجامعية campus applications . من المهم الاعتراف بان الرفيع معامل كسب الهوائيات antenna gain factor يمكن زيادة مدي الشبكة الى عدة أميال. الشكل رقم 19 يوضح لمدى شبكات 802.11 WLAN

APs ربما تضفي وظيفة الجسر bridging function . Bridging تربط شبكتين أو أكثر معا وتسمح بالاتصال بينهما (تبادل عمليات المرور الشبكية network traffic) . Bridging يتضمن إما شكل point-to-point أو شكل multipoint . في هيكل point-to-point architecture يكون هناك ربط بين شبكتان LANs خلال LANs' APs الخاصة. في multipoint bridging تتصل شبكة فرعية one subnet بعدة شبكات فرعية أخرى several other subnets في شبكة LAN أخرى عبر كل subnet AP . فعلي سبيل المثال،

إذا كان الحاسوب علي الشبكة الفرعية A تحتاج إلي الربط مع الحاسبات علي الشبكات الفرعية B, C, and D و subnet A's AP يجب أن يتصل بـ B's, C's, and D's APs الخاصة

أجهزة Bridging AP توضع عاده فوق المباني لزيادة قدرة الهوائيات للاستقبال.

تصل المسافة التي يمكن من one AP التوصيل لاسلكيا بـ AP آخر بواسطة Bridging إلى 2 ميل. هذه المسافة قد تختلف تبعا لعده عوامل منها أجهزة الاستقبال receiver أو الإرسال/استقبال transceiver المستخدمة.



شكل 19 : مدى شبكات 802.11 WLAN

فوائد شبكات LAN اللاسلكية Benefits of WLAN

WLANs تقدم فوئد أربعة أساسيه:

- نقل المستخدم User Mobility : يمكن للمستخدمين الوصول إلي ملفات الموارد ، وشبكه الانترنت دون الحاجة إلي الارتباط جسديا بالشبكة من خلال أسلاك . وذلك بالإضافة إلى إمكانية التنقل داخل نطاق الشبكة
- سرعة التركيب Rapid Installation : الوقت اللازم للتركيب يقل بسبب إجراء التوصيلات الشبكية دون تحريك أو أضافه أسلاك أو سحبها عبر الجدران أو السقوف أو

إدخال تعديلات علي البنية التحتية لتوزيع الكابلات. فعلى سبيل المثال يمكن تركيب WLANs في المباني التاريخية القديمة دون الحاجة إلى المساس بالبنية التحتية للمبني

- المرونة :Flexibility : إن تمتع المؤسسات بمرونة التركيب وتغيير مواقع WLANs المواقع حسب الحاجة من أهم فوائد WLANs. يمكن للمستخدمين سرعة تركيب WLAN لاحتياجات مؤقتة مثل المؤتمرات والمعارض التجارية أو الاجتماعات الوقتية
- التكيف :Scalability : طوبولوجيات شبكات WLAN يسهل تشكيلها لمواجهه طلب معين واحتياجات التركيب وللقياس من شبكات الند إلي الند الصغيرة إلى شبكات المؤسسات التي تمكن التجول علي نطاق واسع.

أنواع الشبكات اللاسلكية

إن تعدد وكثرة أنواع الشبكات اللاسلكية يجعل من الصعب تصنيفها وتحديدها وكذلك المقارنه بينها ، ولكن أرجو أن أقوم بعمل ينتفع به أي شخص في محاوله مني لشرح مبسط لها:

إن بعض شبكات البيانات اللاسلكية Wireless data networks تشتغل على الشبكات الصوتية اللاسلكية wireless voice networks مثل شبكة الهاتف النقال.

أما النوع الأخر من الشبكات اللاسلكية يعمل بانفراد على نظامه الخاص به فقط وذلك باستعمال هوائيات مثبته على أبراج مربوطة بهوائيات أخري مدمجة في أجهزه كفيه Handheld devicesأو هوائيات أخري مثبته على أبراج أو أمكان مرتفعه للتوزيع عن طريق ROUTERSلشبكات حاسوب موجودة من الأساس، وهنا يمكن أن أعرض بعض الأمثلة على هذا النوع (802.11. MMDS, LMDS, ,

وهناك نوع أخر من الشبكات اللاسلكية مخصص لربط الأجهزة الصغيرة فقط ضمن مسافة قصيرة وممكن هنا أن نذكر(infra-red, Blue Tuth كمثال.

إن شبكات البيانات اللاسلكية التي تستعمل الشبكات الصوتية اللاسلكية عادة ما تستعمل الطبقة الشبكية السفلى وذلك لتوفير التشفير والأمن للبيانات المنقولة عن طريقها، أما الشبكات التي تستعمل معداتها وتردداتها الخاصة بها فانها أيضا لها خاصية التشفير والأمن لبياناتها حيث يمكن استعمال Virtual Private Network كوسيلة فاعله لحجب البيانات عن المتدخلين والغير

مخولين ، وكذلك يمكن استعمال الطبقات المتعددة Multi Layers للوصول لنفس الغاية (التشـــفير والأمـــن (Security and Encryption)) وأيضا نذكر أن هنا نوع من الشبكات اللاسلكية ثابت وأخر متحرك بمعني أن في النوع الأول تكون الهوائيات ثابتة أما في النوع الثاني فأن الهوائيات متحركة, Mobile system وهنا يجدر بنا أن نذكر أن استعمال الشبكات اللاسلكية يمكن أن يحتاج إلى رخصه أو قد لا يحتاج إلى رخصه وذلك بناءا على الحزمة الترددية المستخدمة.

EXERCISES

1) عرف واشرح طبقة الربط (data link layer) في IEEE 802
2) اشرح طريقة CSMA/CD واستخداماتها
3) اشرح ما هو المقصود ب Collision
4) أذكر الفرق بين baseband and broadband
5) اشرح بالرسم طريقة Token passing إذا كان المحطة A تريد إرسال packet إلى المحطة C والتي تقوم بعد ذلك بإرسال packet خاص بها إلى كل من المحطتين A and D
6) اذكر الفرق بين CSMA/CD and token passing
7) قارن بين data rates في كل نوع من أنواع Ethernet
8) اشرح بالرسم مجالات كل من PDU and MAC frames
9) ما هو المقصود بعبارة access method واشرح الأنواع المستخدمة في كل من Ethernet and token ring
10) اكتب الاسم المناظر للاختصارات التالية : LAN / OSI / LLC / MAC / TCP / IP / PDU / CSMD/CD / DSAP / SSAP / SFD / DA / CRC

المراجع

1) Communication and Networking Technologies", by Michael A. Gallo, Publisher: Course Technology, second edition, 2005, ISBN: 0534423639
2) Introduction to Data Communication and Networking Technologies", by Wayne Tomasi, Publisher: Prentice hall, 2004, ISBN: 0130138282
3) Data and Computer Communication", by William Stallings, Publisher: Prentice hall 2001, ISBN: 013040864
4) Data Communication and Networking", by Behrouz A. Forouzan , Publisher: McGraw-Hill International Edition, second edition,2001, ISBN: 0-07-232204-7
5) Wireless Communication and Networks", by William Stallings, Publisher: Prentice hall 2001, ISBN: 0130408646
6) Wireless Communication and Networking", by Jan Mark and Weihua Zhuaing, Publisher: Prentice hall 2001, ISBN: 0130409057

المحتويات

الفصل السابع : مقدمة عن البروتوكولات (285)

Introduction to Protocols (OSI and TCP/IP)

الفهرس العربي

أ

ب

ت

ك

ل

م

ن

و

الفهرس الأنجليزي

1

4

8

A

B

C

F

G

H

D

E

M

N

I

J

L

فصول الكتاب

الكتاب في سطور

أخي القاريء

هذا هو الأصدار الأول من كتابي الأول في سلسلة الكتب العربية لشرح وتبسيط مبادئ وأساسيات العلوم التقنية في مجال هندسة الإلكترونيات والأتصالات وهندسة وعلوم الحاسبات وقد حرصت في في هذا الأصدار علي الوصول الي العمق العلمي المطلوب بصورة متدرجة ومبسطة مع الأحتفاظ بمسميات المصطلحات العلمية باللغة الأنجليزية بالأضافة إلي ترجمتها إلي اللغة العربية ويتكون الكتاب من جزئين :

الجزء الأول : بعنوان أساسيات الأتصالات

ويحتوي علي أربع فصول تتضمن خصائص وبارامترات الإشارات المتصلة والرقمية وتمثيلها في النطاق الزمني والترددي وكذلك مرشحات الإشارة ذات المجالات الترددية المختلفة ومتلفات الإشارة بالأضافة إلي أنواع وخصائص قنوات الأرسال السلكية واللاسلكية وأساسيات وطرق تشفير البيانات وكذلك التقنيات المستخدمة في مزج الإشارات المتصلة والرقمية

والجزء الثاني : بعنوان أساسيات الشبكات

ويحتوي علي ثمانية فصول تتضمن مفهوم وأساسيات وعمارة وطوبولوجيا وأصناف الشبكات بالأضافة إلي نموذج نظام التبادل المفتوح (OSI) وبروتوكول (TCP / IP) ويتضمن الجزء الثاني أيضا تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء في الرسائل المستقبلة وطرق وأساليب التحكم في تدفق وتوجية الرسائل خلال الشبكات بالأضافة إلي أجهزة التشبيك الم[illegible] في ربط الشبكات وفي ربط الأجهزة داخل الشبكة وكذلك الأن[illegible] والبروتوكولات المستخدمة في الشبكات المحلية (N



الناشر

مكتبة دار المعرفة

كتب ومراجع علمية - طباعة - نشر - استيراد كـ

٤ ش السرايات - العباسية - أمام هندسة عين شمس

ت : ٦٨٤٤٠٣ - ٤٨٥٠٣١٠